



LANDRATSAMT
BODENSEEKRIS

Bau- und Liegenschaftsamt

ENERGIEBERICHT 2019



Energiebericht 2019

Impressum

Herausgegeben vom Landratsamt Bodenseekreis

Bearbeitet von

M.Eng. Dorothea Hose-Groeneveld
(Konzeption, Berechnungen, Text)

Bau- und Liegenschaftsamt

Energie- und Klimaschutzmanagement

Glärnischstr. 1 - 3
88045 Friedrichshafen

dorothea.hose-groeneveld@bodenseekreis.de

Erstellt am: 15.08.2020, Datenlage bis 31.12.2019

Inhalt

1	Vorwort.....	3
2	Zusammenfassung.....	4
3	Der Maßstab Energie- und Klimaschutzkonzept Bodenseekreis.....	6
4	Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften	6
5	Energieverbräuche und Auswertung gesamt.....	7
5.1	Das Wetter 2019 im Bodenseekreis	7
5.2	Berechnungsgrundlagen	8
5.3	Umfang des Berichts.....	9
5.4	Gesamtverbrauchsentwicklung und Gesamtkostenentwicklung der Liegenschaften	9
5.5	Verwendete Energieträger	14
5.6	Entstandene Emissionen.....	15
6	Energieverbräuche und Auswertung der einzelnen Liegenschaften	17
6.1	Auswertung Verwaltungsgebäude	17
6.1.1	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77)	21
6.1.2	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75)	25
6.1.3	Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL).....	29
6.2	Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen.....	34
6.2.1	Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ-FN)	39
6.2.2	Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ-ÜB)	51
6.2.3	Bildungszentrum Markdorf (BZM).....	61
6.2.4	Elektronikschule Tettnang (EST).....	67
6.2.5	Hotel- und Gaststättenschule Tettnang (HoGa).....	71
6.2.6	Pestalozzischule Markdorf	76
7	Resümee.....	81
8	Ausblick.....	83
9	Abbildungsverzeichnis	85
10	Anhang.....	88

1 Vorwort

Die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre ist seit Beginn der Industrialisierung stark angestiegen, die daraus entstandene Klimakrise eine globale Herausforderung.

Auch im Bodenseekreis sind in den letzten Jahren die Folgen der Klimakrise deutlich zu spüren gewesen, späte Fröste, große Hitze, Trockenheit und Schädlinge wie der Borkenkäfer haben allein in den letzten drei Jahren zu finanziellen Verlusten geführt.

Die langfristigen Auswirkungen eines Anstiegs des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Atmosphäre werden immer deutlicher erkannt. Das Umweltbundesamt geht davon aus, dass weltweit die CO_{2eq}-Emissionen auf die Hälfte des heutigen Niveaus gesenkt werden müssen. Die Industrienationen müssen dazu einen überproportionalen Beitrag leisten.

Bei den UN-Klimakonferenzen in Paris und Marrakesch verabschiedeten 196 Staaten wegweisende Abkommen, um den von Menschen verursachten Einfluss auf das globale Ökosystem zu reduzieren. Trotz schwieriger weltpolitischer Lage lässt dies hoffen, dass künftig mehr Menschen das Klima besser schützen. Nur wenn zahlreiche Länder umdenken und weniger Energie sowie Ressourcen verbrauchen, können die Treibhausgasemissionen spürbar reduziert werden.

Die Zunahme von Treibhausgasen aus Gebäudebeheizung, industriellen Prozessen und hohen Energie- und Verkehrsströmen sowie die daraus resultierenden Folgen für Mensch und Umwelt machen deutlich, dass eine konsequente Klimaschutzpolitik auf allen politischen Ebenen erforderlich ist.

Zwar kann der Bodenseekreis nicht auf alle energieverbrauchenden und verkehrserzeugenden Sektoren im Kreisgebiet direkten Einfluss nehmen, er kann und sollte jedoch seine Möglichkeiten nutzen, um die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen.

Der Bodenseekreis ist selbst Energieverbraucher und hat eine Vorbildfunktion für seine Kommunen und deren Bürgerinnen und Bürger. Dieser Aufgabe stellt sich der Bodenseekreis und wirkt konsequent auf eine nachhaltige Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen sowie der Schonung von Ressourcen in kreiseigenen Einrichtungen hin.

Die effiziente Verwendung von Energie in den kreiseigenen Liegenschaften trägt ganz maßgeblich zum Klimaschutz und somit zur Erreichung der kreiseigenen Klimaschutzziele bei. Außerdem bedeutet die Einsparung von Energie Kosteneinsparung und führt damit zu einer nachhaltigen Entlastung des Kreishaushaltes.

Bestandsgebäude energetisch zu sanieren, nachhaltige Neubauten zu errichten, erneuerbare Energien verstärkt einzusetzen und den Gebäudebetrieb zu optimieren sind wichtige Grundlagen und Voraussetzungen für die Umsetzung des kreiseigenen Energie- und Klimaschutzkonzepts. Die energetischen Verbesserungen der Gebäudehülle sowie die Verbesserungen in der Anlagentechnik tragen sowohl zum Klimaschutz als auch zur langfristigen Werterhaltung der eigenen Gebäude bei.

Der vorliegende Energiebericht soll den Entscheidungsträgern eine Übersicht über den Energieverbrauch, die Kosten und die Emissionen der sechs großen Schulen und der drei Verwaltungsgebäude geben. Neben dem Verbrauch sind auch Kosten und Emissionen der einzelnen Energieträger dargestellt.

Durch das Aufzeigen zukunftssträchtiger Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen sollen die Möglichkeiten weiterer Energie- und Emissionsreduzierungen deutlich werden.

2 Zusammenfassung

Die Auswertung der erfassten Energiedaten der kreiseigenen Gebäude ergab, dass bei allen Verbrauchsarten weiterhin ein Einsparpotenzial vorhanden ist und dieses sowohl aus Kosten- als auch aus Klimaschutzgründen weiterhin erschlossen werden sollte.

Wärme:

Deutschlandweit war nach dem außergewöhnlich warmen Jahr 2018 das Jahr 2019 wieder etwas kühler. Im Bodenseekreis fiel der Mai durch einige kalte Tage auf. Absolut hat sich der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Vorjahr kaum verändert. Da die Sporthalle 1 am Bildungszentrum Markdorf wegen der Sanierungsarbeiten nicht mit Wärme versorgt werden musste, wurde der absolute Mehrverbrauch an den anderen Liegenschaften ausgeglichen. Der weitere Anstieg beim Kälteverbrauch im Gebäude AL 75 ist auf den heißen Sommer zurückzuführen.

Strom:

Der Stromverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften ist zurückgegangen. Dies ist in den durchgeführten Beleuchtungssanierungen an den Schulen begründet. Diese Entwicklung ist gegenläufig zum deutschlandweiten Trend. Gründe für den deutschlandweiten Anstieg sind der verstärkte Einsatz neuer Technologien, stromintensiver Gebäudetechnik sowie gestiegene Komfortansprüche.

Die positive Entwicklung bei der Stromerzeugung auf den Dächern der kreiseigenen Liegenschaften ist in 2019 vor allem auf das extrem sonnige Wetter und die damit hohen Werte bei der Stromerzeugung aus den Photovoltaikanlagen zurückzuführen.

Wasser:

Der Wasserverbrauch hat sich um 9,3% verringert. Der geringere Bedarf ist hauptsächlich auf die Optimierung der Bewässerung des Sportplatzes am Berufsschulzentrum Friedrichshafen sowie auf die Optimierungen bei den Hygienespülungen zurückzuführen.

Emissionen:

Die Emissionen sind sowohl im Strombereich als auch im Wärme-/Kältebereich weiter zurückgegangen, insgesamt haben sie sich im Vergleich zum Vorjahr um 26% reduziert, im Vergleich zu 2015 um 52%.

Kosten:

Die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme, Kälte, Licht-/Kraftstrom und Wasser haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 40.007 Euro bzw. 2,7% erhöht. Dabei sind die Kosten für Wärme-/Kälteversorgung um 2,6% und für die Stromversorgung um 3,3% angestiegen, die Kosten für die Wasserversorgung haben sich um 1,3% reduziert.

Prioritätenliste:

- Energieverbrauchsreduktion durch Dämmmaßnahmen
- Dezentralisierung der Warmwasserversorgungen
- Maßnahmen zur Reduzierung des Stromeinkaufs (Erweiterung der Eigenstromerzeugung mit Photovoltaikanlagen und vermehrtem BHKW-Einsatz)
- Maßnahmen zur Reduktion des Wärmeeintrags (langfristige Vermeidung des Einsatzes elektrisch erzeugter Kühlung)
- Reduzierung fossiler Energien zur Wärme-/Kälteversorgung.

Empfehlungen:

- Die personellen Ressourcen für ein dauerhaftes Energiemanagement sollten bereitgestellt werden. Ein kontinuierlich fortgeführtes Energiemanagement ist dauerhaft notwendig, um die bisherigen Einsparungen zu sichern und weitere Einsparpotenziale zu erschließen.
- Für alle kreiseigenen Liegenschaften sollten Maßnahmen geprüft werden, um Zubauraten von Photovoltaikanlagen zu ermöglichen. Der tagsüber erzeugte Strom kann direkt in den Liegenschaften genutzt werden, die Energiekosten und die CO₂-Emissionen lassen sich hierdurch reduzieren.
- Die dezentrale Warmwasserbereitstellung sollte in allen Liegenschaften weiter ausgebaut werden, die Heizungsanlagen können dann in den Sommermonaten komplett abgeschaltet werden. Mit dieser Maßnahme lassen sich Wärmeverbräuche und Heizkosten auf Dauer reduzieren.
- Bei allen Sanierungen der Heizungsanlagen sollten – sofern wirtschaftlich darstellbar – zur Effizienzsteigerung BHKWs bzw. Brennstoffzellen zum Einsatz kommen und zur Grundlastversorgung ein deutlich höherer Einsatz Erneuerbarer Energien verwendet werden.
- Auch zukünftig ist mit trockenen und heißen Sommern sowie mit Starkregenereignissen zu rechnen. Um den Trinkwasserverbrauch zur Beregnung der Außenanlagen so gering wie möglich zu halten, die öffentliche Kanalisation bei Starkregen zu entlasten und die Gebäude vor Hochwasser zu schützen, sollte an allen Liegenschaften die Ableitung des Regenwassers in offenen Auffangbecken/Teichen geprüft und gegebenenfalls umgesetzt werden. Die Regenwassernutzung in Teichen ist eine wichtige Maßnahme im Bereich der Klimaanpassung und trägt zur Verbesserung des Mikroklimas und somit zu einer erhöhten Aufenthaltsqualität an den Liegenschaften bei.

Klimaschutzziele:

Fast alle kreiseigenen Liegenschaften haben hohe bis sehr hohe Endenergieverbräuche pro Quadratmeter. Nur durch einen vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien und einer deutlichen Verringerung der gesamten Energieverbräuche sind die kreiseigenen Klimaschutzziele im Gebäudebereich zu erreichen. Deshalb müssen sowohl die energetische Qualität der Gebäude als auch die Qualität der technischen Gebäudeausrüstung verbessert werden.

3 Der Maßstab Energie- und Klimaschutzkonzept Bodenseekreis

Der Bodenseekreis hat ein Energie- und Klimaschutzkonzept entwickelt, verabschiedet und im April 2015 veröffentlicht. Das Hauptziel des Energie- und Klimaschutzkonzeptes ist die Reduzierung der CO_{2eq}-Emissionen um

- > 40% (Bezugsjahr 1990) bis 2020
- > 80% bis 95% (Bezugsjahr 1990) bis 2050.

Im Einzelnen bedeutet dies, den jetzigen Energiebedarf deutlich zu reduzieren und den Anteil erneuerbarer Energien deutlich zu erhöhen. Der Kreistag hat sich hierzu folgende Ziele gesetzt:

- Den Anteil regenerativer Stromerzeugung auf > 35% bis 2020 zu erhöhen und
- den Anteil regenerativer Wärmeerzeugung auf > 20% bis 2020 zu erhöhen.

Bis 2050 soll

- die Reduzierung des Energieverbrauchs > 50% (Bezugsjahr 2008) und
- die Erhöhung der regenerativen Stromerzeugung > 80% erzielt werden.

Mit dem Bezug von 100% Ökostrom für alle kreiseigenen Liegenschaften und das RITZ ab 2021 ist das gesteckte Ziel im Stromsektor erreicht.

Die weiteren Ziele des Energie- und Klimaschutzkonzeptes können im Gebäudebereich u. a. erreicht werden durch

- die energetische Sanierung der Gebäudehüllen,
- die Erneuerung der alten Heizungsanlagen,
- die Wärmeversorgung durch 100% regenerative Energien,
- den Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen bei Heizungssanierungen und
- das Unterschreiten des gesetzlichen Baustandards bei eigenen Gebäuden.

Die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf kreiseigenen Dächern kann bei technischer Voraussetzung zur kostengünstigen Versorgung (Eigenstromverbrauch) der Liegenschaften beitragen.

4 Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften

Ziele des Energiemanagements sind die Minimierung des Energieverbrauchs und der dadurch bedingten Umweltbelastungen sowie der Verbrauchskosten. Durch ein effizientes Energiemanagement können in den kreiseigenen Liegenschaften Einsparungen bei Energie- und Wasserverbrauch erzielt werden. Auf Störungen und Defekte kann zeitnah reagiert und unnötige Kosten vermieden werden.

Das Energiemanagement liegt im Aufgabenbereich des Bau- und Liegenschaftsamts und muss in allen energierelevanten Bereichen tätig werden. Zu den Aufgaben des Energiemanagements gehören

- Energieverbrauchskontrolle: monatliche Verbrauchsdatenerfassung und Verbrauchsauswertung der großen kreiseigenen Liegenschaften,
- Initiierung von Energiesparmaßnahmen,
- optimierte Betriebsführung von Heizungsanlagen,
- Nutzungsoptimierung von Gebäuden,

- die Unterstützung des Bau- und Liegenschaftsamts bei der Planung von Energie- und Sanierungskonzepten,
- Integration von technischen Sparmaßnahmen in die Sanierungsarbeiten,
- Schulung des Betriebspersonals und der Nutzer etc.,
- die Akquise von Fördergeldern für Energieeffizienzmaßnahmen.

Um langfristig den optimierten Energie- und Ressourceneinsatz sicherzustellen und die Verbrauchskosten so gering wie möglich zu halten, werden unterjährig regelmäßig die Verbrauchsentwicklungen der Liegenschaften ausgewertet und gegebenenfalls Maßnahmen veranlasst. Derzeit werden für die kreiseigenen Liegenschaften monatlich – in den Verwaltungsgebäuden wöchentlich – über 300 Zählpunkte aufgenommen und ausgewertet. Zur detaillierteren Auswertung werden laufend notwendige Zählpunkte nachgerüstet. Während eine kleine Schule oder eine kleine Asylunterkunft z.B. mit vier Zählern für Kaltwasser, Warmwasser, Strom und Gas auskommt, benötigen größere Liegenschaften mit mehreren Gebäuden und verschiedenen Nutzern deutlich mehr Unterzähler.

5 Energieverbräuche und Auswertung gesamt

Die Schwerpunkte des vorliegenden Energieberichts liegen auf der Dokumentation der Aufgaben Verbrauchskontrolle und Gebäudeanalyse, sowie Planung und Umsetzung von Energiesparmaßnahmen. Die bisherigen Ergebnisse in diesen Aufgabenbereichen sowie die Wettersituation als auch die Berechnungsgrundlagen werden nachfolgend vorgestellt.

5.1 Das Wetter 2019 im Bodenseekreis

2019 war das wärmste Jahr in Europa, 11 der 12 wärmsten Jahre hatten wir in den letzten 20 Jahren. In Deutschland war das Jahr 2019 zusammen mit dem Jahr 2014 das bisher zweitwärmste beobachtete Jahr seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1981.¹ Der Erwärmungstrend in Deutschland mit + 1,6 °C liegt über dem weltweiten linearen Trend von 1°C. In Baden-Württemberg liegt der lineare Trend bei 1,5 °C (siehe Abbildung 1).

Die Jahresmitteltemperatur lag mit 9,9 Grad Celsius nur ein halbes Grad unter dem des sehr warmen Vorjahres. Damit liegen die 16 wärmsten Jahre seit 1881 im Zeitraum zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2019. Und während die Jahresmitteltemperaturen in Baden-Württemberg in den ersten rund 100 Jahren seit Aufzeichnungsbeginn nur um 0,5 Grad gestiegen sind, stiegen sie in den vergangenen 30 Jahren bereits um 1 Grad. Auch war das vergangene Jahr in Baden-Württemberg eines der heißesten Jahre, es gab 17 Tage an denen es über 30 Grad Celsius heiß wurde, besonders heiß war es im Juni und Juli. Im Bodenseeraum waren abgesehen vom erheblich zu kühlen Mai alle Monate zu warm bzw. zu heiß, es gab 20 Tage mit Werten über 30 Grad.² Gleichzeitig war es ein sehr sonnenreiches Jahr, dies wirkte sich positiv auf die Erträge der PV-Anlagen aus. Durch den heißen und trockenen Sommer musste ab Juni der Sportplatz am Berufsschulzentrum bewässert werden. In allen Liegenschaften mussten die Bepflanzungen und Grünanlagen von Juni bis September mit Trinkwasser bewässert werden.

¹ Vergl. <https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019/european-temperature>

² Siehe <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/friedrichshafen/jahr-2019-war-deutlich-zu-warm-100.html>

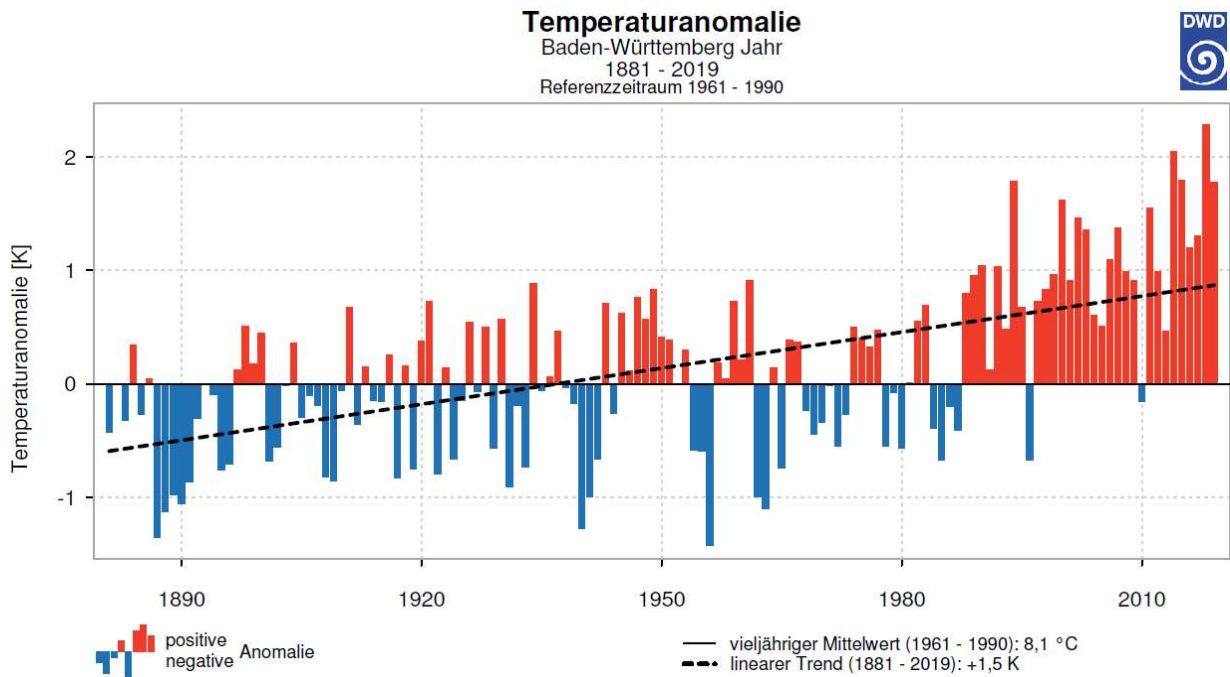


Abbildung 1 Temperaturanomalie Baden-Württemberg seit 1881³

5.2 Berechnungsgrundlagen

Die nachfolgenden Zahlen und Tabellen wurden vom Bau- und Liegenschaftsamt zusammengestellt. Sie werden auch im Sanierungsfahrplan, in den Berichten zum *European Energy Award* (eea) und dem *Leitstern Energieeffizienz* verwendet.

Neben der Energieeinsparung ist insbesondere die Verringerung der CO_{2eq}-Emissionen ein wichtiges Handlungsziel im Gebäudebereich. Die Emissionsberechnungen für den Strom wurden auf Grundlage des veröffentlichten Wertes des Stadtwerks am See und der EnBW berechnet.

Die Höhe der Emissionen bei der produzierten Wärme ist sowohl vom Energieträger als auch von Art und Alter der Heizungsanlagen sowie dem Stand der Gebäudeisolierung abhängig – und damit in erheblichem Umfang von der Außentemperatur im Winter.

Die Berechnung der Emissionen der kreiseigenen Liegenschaften im Wärmebereich beruhen auf den von der KEA veröffentlichten Werten.⁴ Unterschiede in diesem Bericht zu früheren Veröffentlichungen beruhen auf einer besseren Datenlage, auf der Einbeziehung der Sanierungsmaßnahmen, der überarbeiteten Flächenberechnung und auf jährlichen Neuberechnungen der Emissionen durch neue wissenschaftliche Emissionswerte.

Erläuterung zur Witterungsbereinigung:

„Der Einfluss der Witterung und des Klimas auf den Energieverbrauch wird mittels eines so genannten Klimafaktors erfasst, der sowohl die Temperaturverhältnisse während eines Berechnungszeitraumes, als auch die klimatischen Verhältnisse in Deutschland berücksichtigt. Durch die Anwendung des Klimafaktors können die Energieverbrauchskennwerte verschiedener Berechnungszeiträume und von Gebäuden in verschiedenen klimatischen Regionen Deutschlands (zumindest überschlägig) verglichen werden. Der Deutsche Wetterdienst berechnet Klimafaktoren flächendeckend für ganz Deutschland und stellt standortbezogene Klimafaktoren für jede Zustell-Postleitzahl zur Verfügung. Das ergibt über 8.200 Klimafaktoren. Die Witterungsbereinigung erfolgt durch das Multiplizieren des gemessenen Jahres-Heizenergieverbrauchs mit dem

³ Deutscher Wetterdienst, 2020: Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2019

⁴ <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/wissensportal/emissionsfaktoren>, letzter Zugriff 08.04.2020

entsprechenden Klimafaktor. Als Faustregel gilt, dass ein Jahr umso wärmer ist, je größer der Klimafaktor ist“ (siehe <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>). Zur Berechnung der witterungsbereinigten Werte in diesem Energiebericht wurden die Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes herangezogen.

5.3 Umfang des Berichts

Der vorliegende Bericht umfasst die großen kreiseigenen Schulen sowie die drei Verwaltungsgebäude. Das Verwaltungsgebäude in der Albrechtstraße 77 als Mietobjekt und die Leitstelle in der Glärnischstraße werden seit 2017 ausgewertet und mit in den Energiebericht aufgenommen.

Im Anschluss an die Darstellung der Gesamtverbräuche, Gesamtkosten und Gesamtemissionen werden die Verwaltungsgebäude mit ihren Gesamtverbräuchen und den einzelnen Liegenschaften ebenso wie die Schulen mit ihren Gesamt- und Einzelverbräuchen aufgeführt. Kreiseigene Asylunterkünfte und weitere angemietete Liegenschaften werden im Energiebericht nicht mit aufgenommen, ihre Verbräuche sind in den dargestellten Zahlen deshalb nicht berücksichtigt. Bei der Kostendarstellung sind die tatsächlich gelieferten Energie- und Wassermengen abgebildet.

5.4 Gesamtverbrauchsentwicklung und Gesamtkostenentwicklung der Liegenschaften

Seit 2017 werden auch die Verbräuche des Verwaltungsgebäudes Albrechtstr. 77 mit in der Auswertung berücksichtigt. Die folgende Tabelle zeigt die absoluten Verbräuche aller Objekte und deren prozentuale Verteilung auf die verschiedenen Energieträger im Jahr 2019.

Übersicht Gesamtverbräuche 2019

		absolute Verbräuche	Prozentuale Anteile
Energieträger Wärme	Heizöl	127.980 kWh	0,9%
	Erdgas	6.276.640 kWh	45,4%
	Regenerative	3.236.671 kWh	23,4%
Wärmeversorgung gesamt		9.641.291 kWh	69,7%
Kälteversorgung		212.215 kWh	1,5%
Licht-/Kraftstromversorgung		3.972.738 kWh	28,7%
Summe Energieversorgung		13.582.001 kWh	100,0%
Wasserversorgung		23.238 m³	

Im Folgenden werden die Entwicklung der unterschiedlichen Verbräuche und die daraus entstandenen Kosten über den gesamten Gebäudebestand sowie die Entwicklung der vielverbrauchenden Liegenschaften und ihre spezifischen Verbräuche in 2019 dargestellt.

Die Entwicklung der kumulierten Wärme-/Kälte- und der Stromverbräuche aller Objekte zeigt die folgende Grafik:

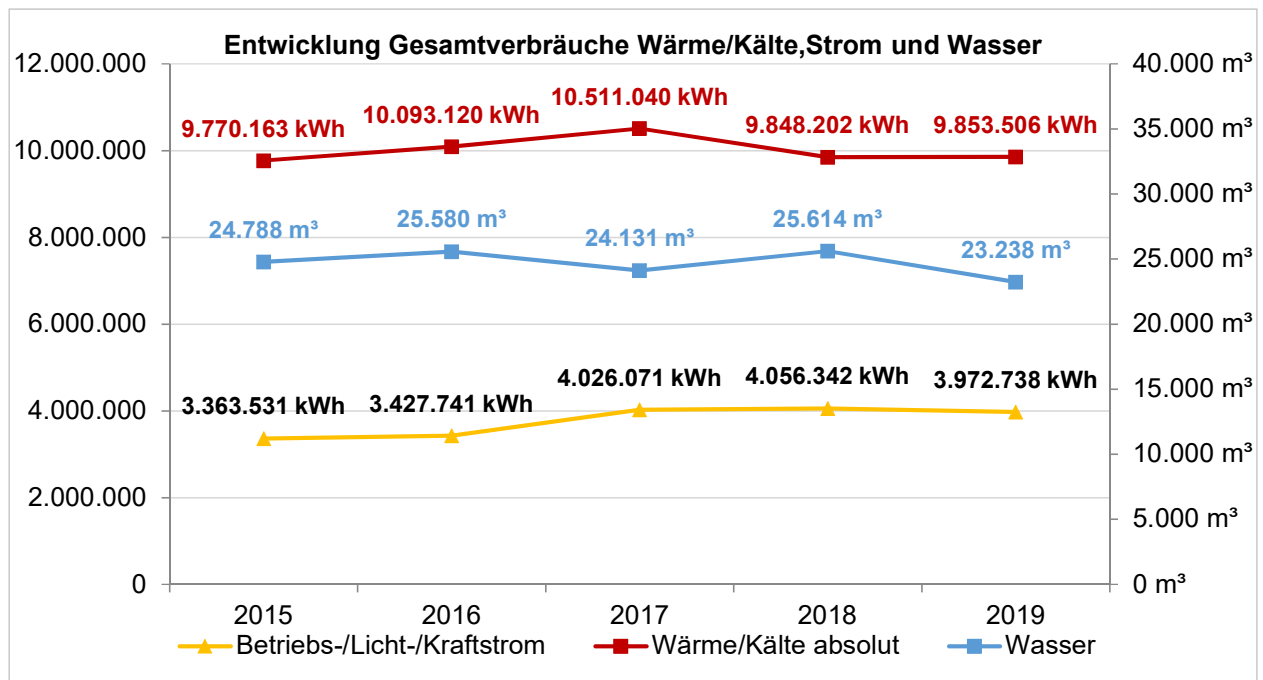


Abbildung 2 Entwicklung der Gesamtverbräuche der Liegenschaften

Im Vergleich zu 2018 ist der Energieverbrauch in 2019 insgesamt leicht zurückgegangen. Absolut hat sich der Wärme-/Kälteverbrauch im Vergleich zum Vorjahr kaum verändert, unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung hat er sich um 6,5% reduziert. Der Stromverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 2,1% und der Wasserverbrauch um 9% reduziert. Der Rückgang ist auf die Effizienzmaßnahmen in den Gebäuden und zu geringem Anteil an der Nichtnutzung der Sporthalle 1 am Bildungszentrum Markdorf zurückzuführen.⁵

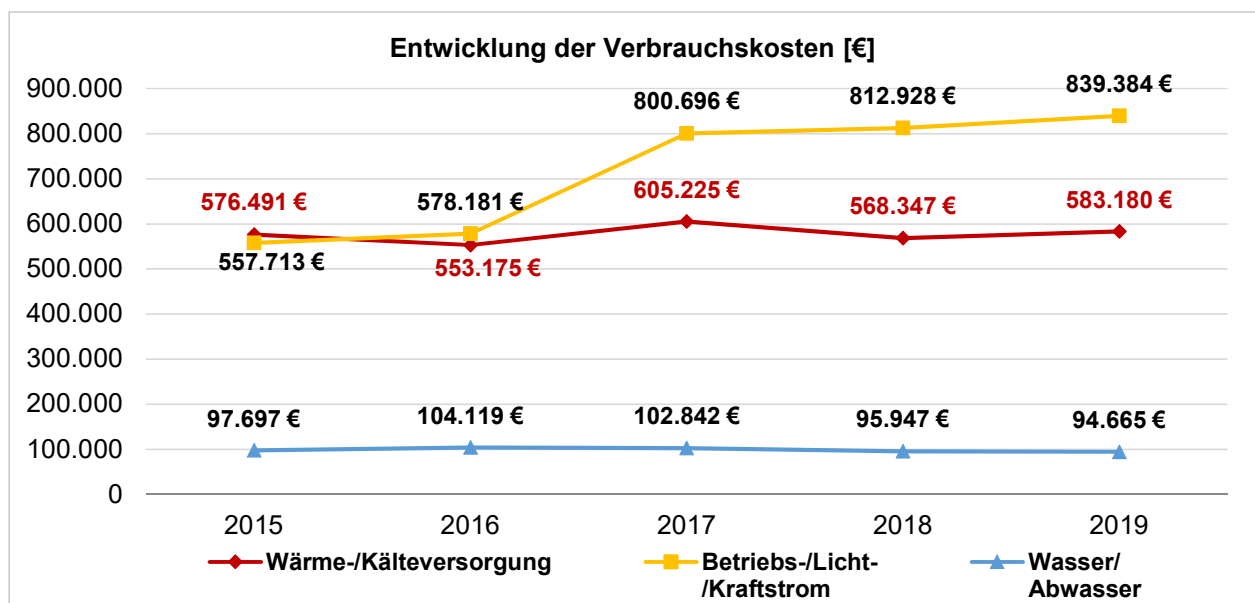


Abbildung 3 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser von 2015 – 2019

Leider schlägt sich der Verbrauchsrückgang aufgrund von Preiserhöhungen nicht bzw. beim Wasserverbrauch nur gering wider. Die reinen Energiekosten für Wärme/Kälte haben sich im

⁵ Seit 2017 sind die Energieverbräuche des Verwaltungsgebäudes Albrechtstr. 77 mitberücksichtigt, dies führt zu der Erhöhung ab 2017.

Vergleich zum Vorjahr um 2,6% bzw. 14.833 Euro erhöht. Die Stromkosten sind mit 26.456 Euro um 3,3% angestiegen. Die Wasserkosten sind im Vergleich zum Vorjahr um 1,3% gesunken. Die Entwicklung der Gesamtkosten ist in der folgenden Grafik dargestellt.

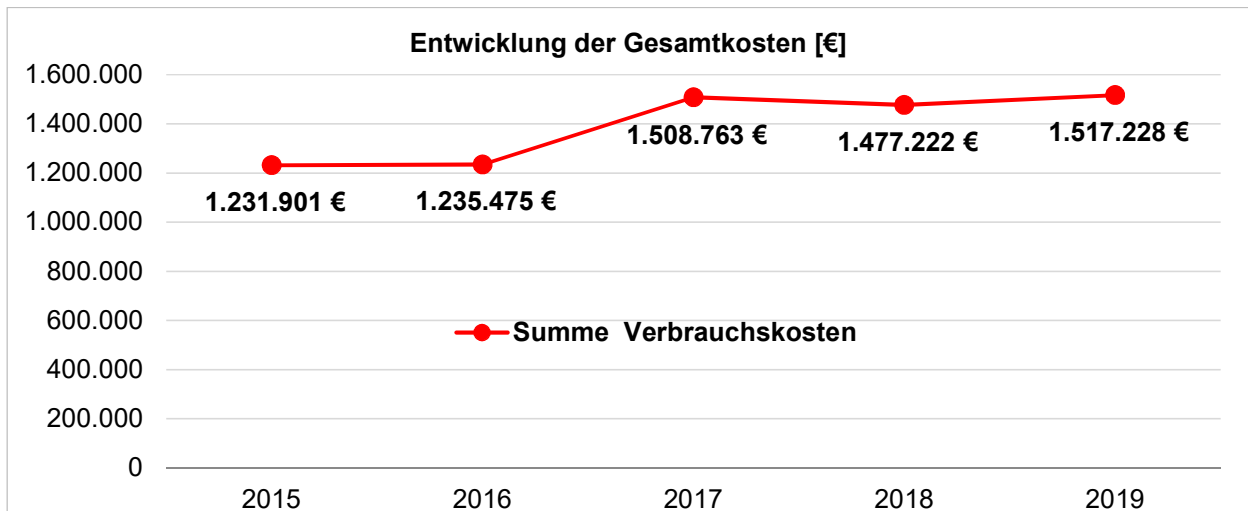


Abbildung 4 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser von 2015 – 2019

Die jeweiligen Verbrauchskosten und ihr prozentualer Anteil an den Gesamtkosten in 2019 sind in nebenstehender Grafik dargestellt.

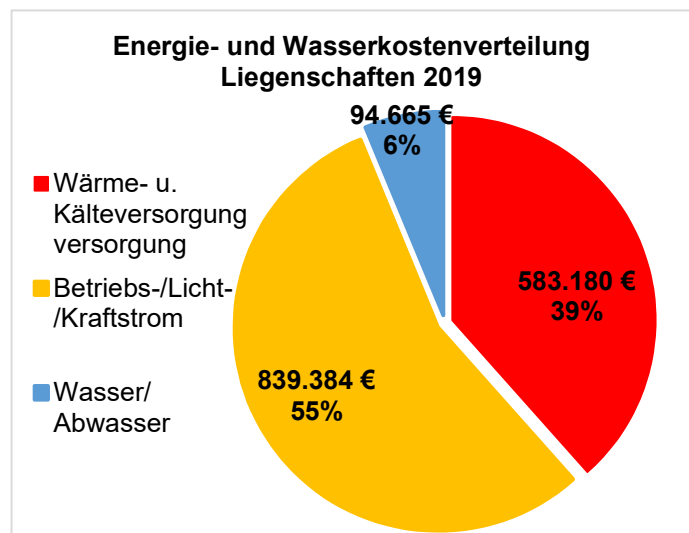


Abbildung 5 Prozentuale Verteilung der Verbrauchskosten gesamt 2019

Die gesamten Aufwendungen für Energie und Wasser der dargestellten Liegenschaften bewegen sich seit 2015 im Bereich von 1,23 bis 1,52 Millionen Euro im Jahr 2019. Die Mehraufwendungen in 2019 betragen 40.007 Euro, dies entspricht einem Plus von 2,7% im Vergleich zum Vorjahr.

Jahr	Wärme-/Kälteversorgung	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom	Wasser/Abwasser	Summe
2015	576.491 €	557.713 €	97.697 €	1.231.901 €
2016	553.175 €	578.181 €	104.119 €	1.235.475 €
2017	605.225 €	800.696 €	102.842 €	1.508.763 €
2018	568.347 €	812.928 €	95.947 €	1.477.222 €
2019	583.180 €	839.384 €	94.665 €	1.517.228 €

Die Energie- und Wasserversorgungskosten je Objekt sind in Kapitel 6 bei den jeweiligen Objekten aufgeführt. Eine Übersicht der Energie- und Wasserversorgungskosten ist dem Anhang zu entnehmen.

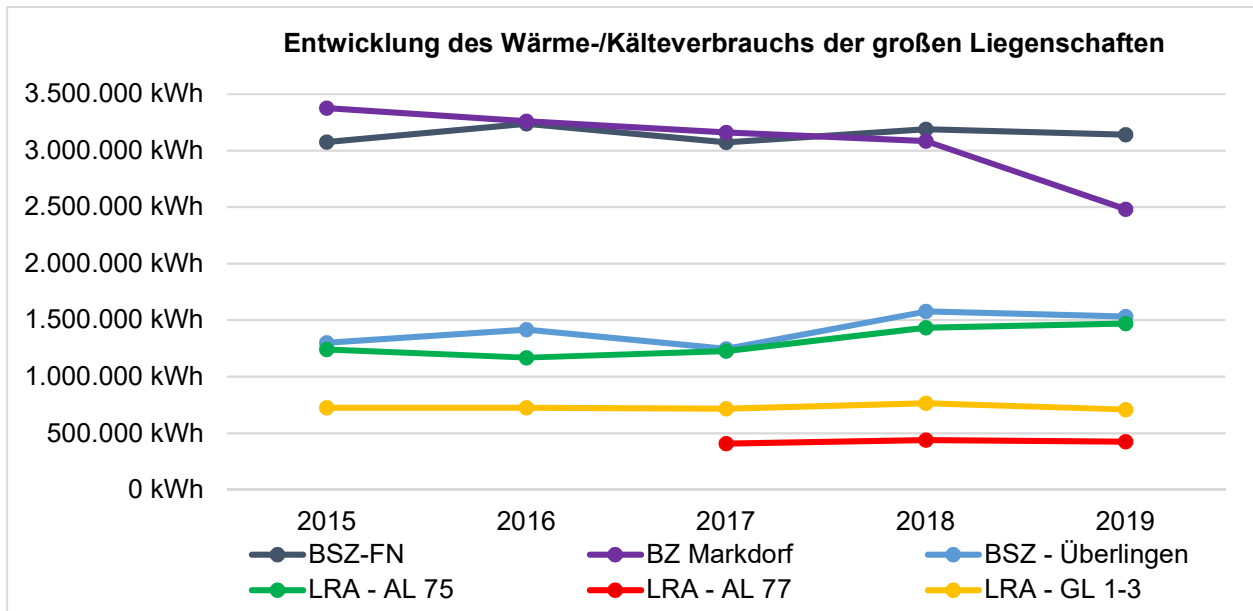


Abbildung 6 Entwicklung des witterungsbereinigten Wärme-/Kälteverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 - 2019

In den Verwaltungsgebäuden AL 75 ist der Wärme-/Kälteverbrauch angestiegen, in allen anderen Objekten ist er zurückgegangen, in Markdorf aufgrund der Nutzung nur einer Sporthalle um 19,6%.

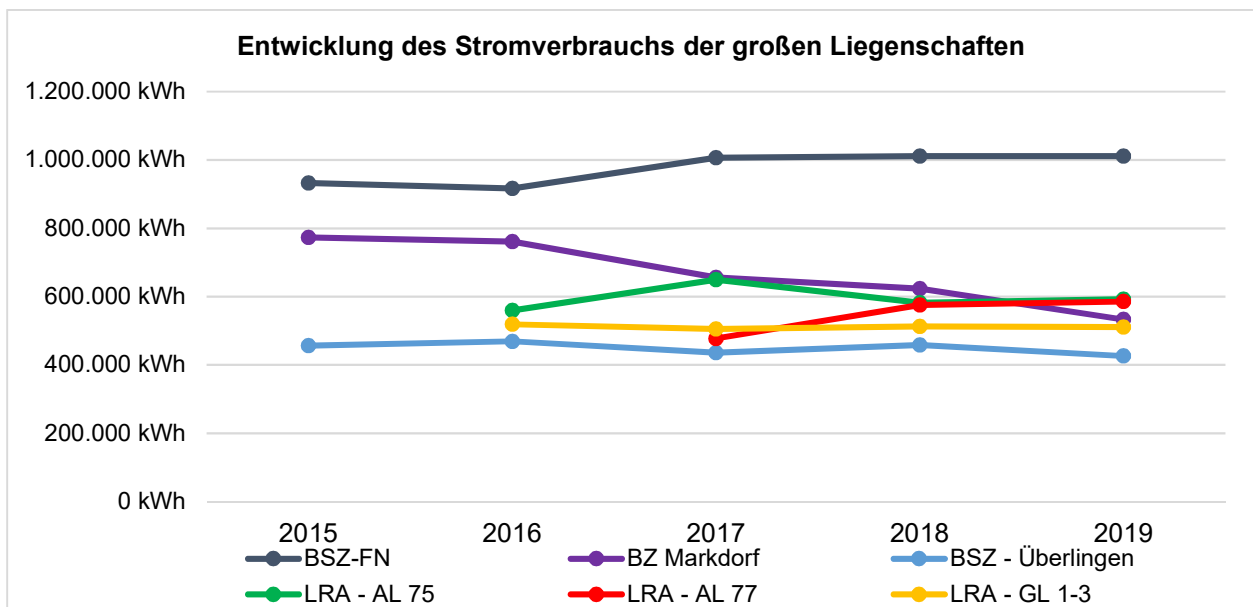


Abbildung 7 Entwicklung des Stromverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 – 2018

In den Verwaltungsgebäuden AL 75 und AL 77 ist der Stromverbrauch angestiegen, in den anderen Objekten ist er zurückgegangen, in Markdorf aufgrund der Nutzung nur einer Sporthalle um 14,5%.

Spezifische Verbräuche der Objekte im Jahr 2019:

Die folgende Grafik zeigt vergleichend die Wärme-/Kälte- und Stromverbräuche pro Quadratmeter in den Liegenschaften. Die Sporthallen sind aufgrund ihrer speziellen Nutzung in dieser Auswertung nicht berücksichtigt, ihre Verbrauchswerte finden sich im Anhang.

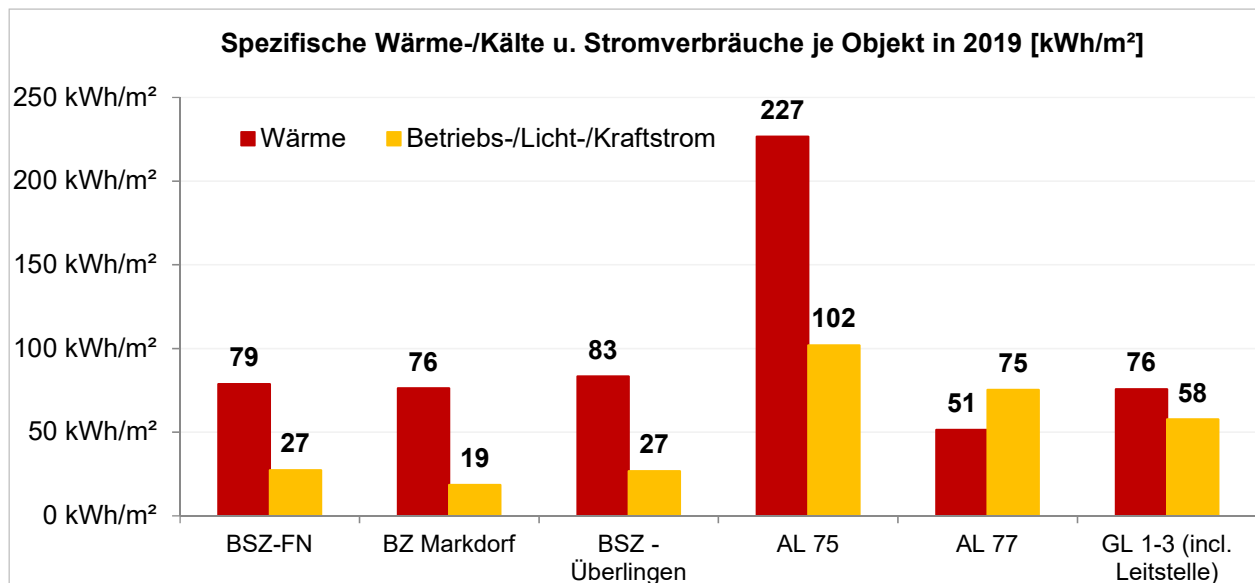


Abbildung 8 Spezifische Wärme und Stromverbräuche der kreiseigenen Liegenschaften

Die spezifischen Verbräuche der Liegenschaften sind sehr unterschiedlich. Sie sind zum einen auf die unterschiedliche Nutzung und zum anderen auf die energetische Qualität der einzelnen Liegenschaften zurückzuführen.

Die sehr hohen spezifischen Verbräuche im Gebäude AL 75 sind auf die sehr schlechte Gebäudehülle und die Vollklimatisierung zurückzuführen. Die hohen spezifischen Stromverbräuche im Gebäude AL 77 sind in der Teilklimatisierung, der fehlenden LED-Beleuchtung, der Heißwasserbereitung in den Sanitärräumen und den Heizungspumpen begründet.

Wasserverbräuche:

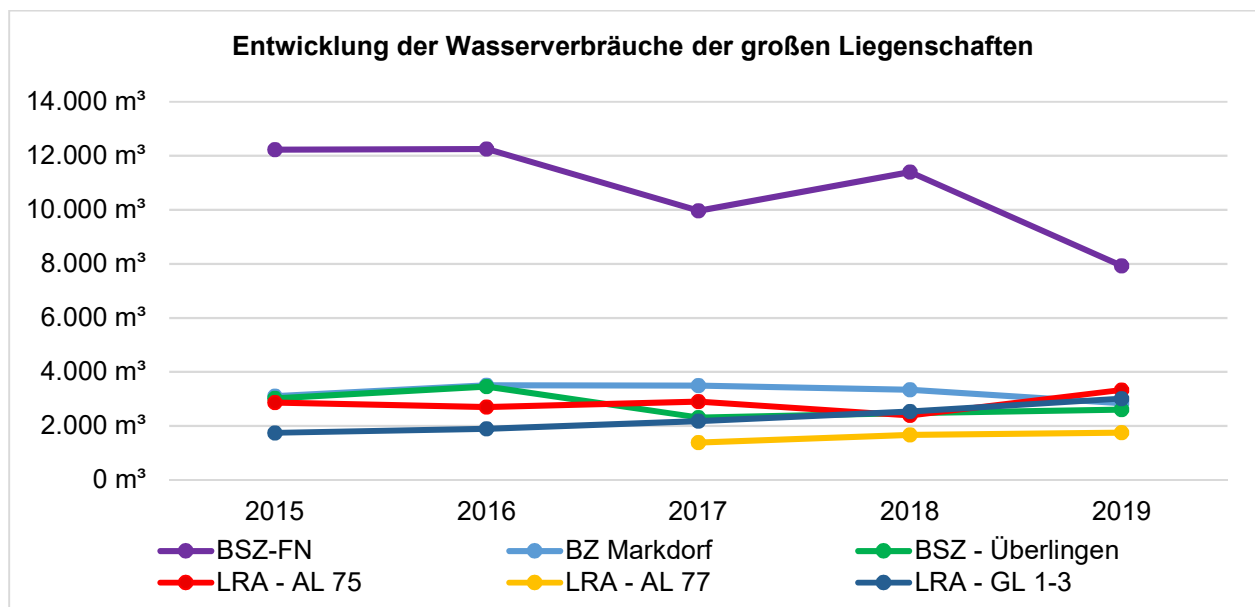


Abbildung 9 Entwicklung der Wasserverbräuche der großen Liegenschaften

Die Wasserverbräuche haben sich in Summe im Vergleich zum Vorjahr um 2.376 m³ bzw. 9,3% verringert. Diese Reduzierung ist auf den Minderverbrauch des Sportplatzes am Berufsschulzentrum Friedrichshafen und die optimierte Hygienespülung zurückzuführen.

5.5 Verwendete Energieträger

Die folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung der eingesetzten fossilen und regenerativen Energieträger in Summe sowie die Anteile der regenerativen Energien.

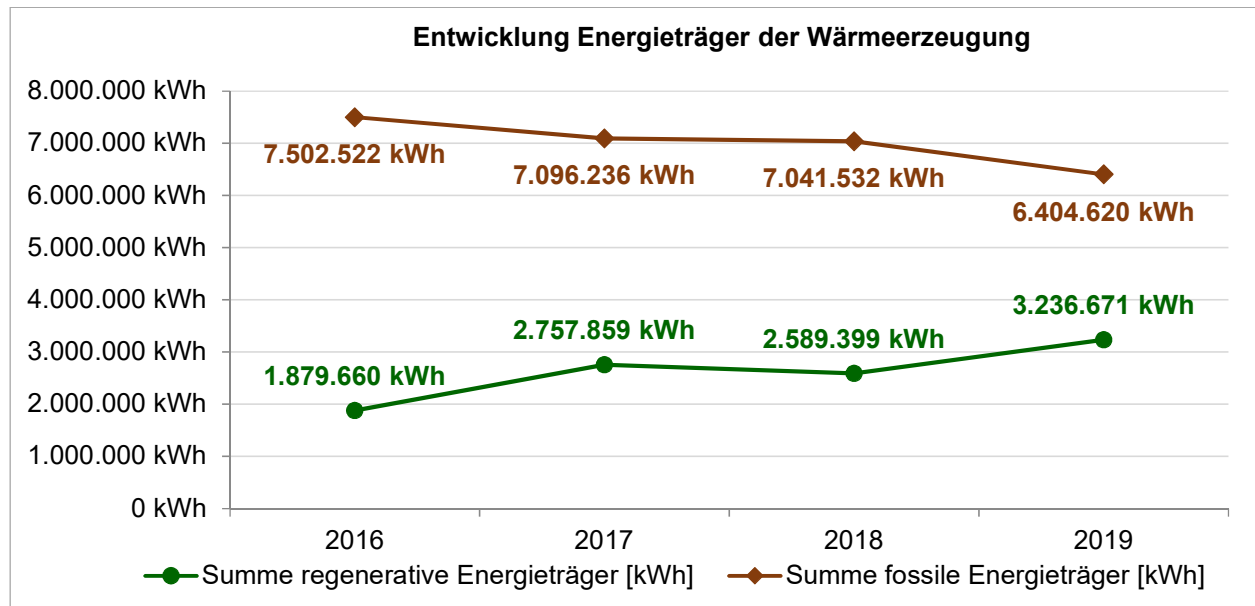


Abbildung 10 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeerzeugung

Die Wärme und ein ganz geringer Anteil Kälte wird aus fossilen und erneuerbaren Energien generiert. Fossile Energieträger sind Gas und Heizöl. Heizöl hat einen Anteil von 0,9% am Wärmeenergieverbrauch. Gas- und Heizölverbrauch haben sich im Vergleich zum Vorjahr in Summe über alle Liegenschaften verringert, der Gasverbrauch um 8,5%, der Heizölverbrauch um 28,4%.

Die Energieträger der regenerativen Energien sind Biogas (10% des Gasbezugs in jeder Liegenschaft), Palmöl (Verwaltungsgebäude) Holz und Geothermie (Berufsschulzentrum Friedrichshafen). Der gesamte Anteil der regenerativen Energien für die gesamten Liegenschaften lag 2019 bei 23,4% und hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 25% erhöht. Der Anstieg ist in dem höheren Einsatz von Holzhackschnitzeln in der Heizzentrale des Berufsschulzentrums Friedrichshafen und dem deutlich höheren Anteil von Palmöl zur Versorgung der Verwaltungsgebäude begründet.

Verwendete Energieträger						
Jahr	Erdgas	Biogas	Heizöl	Holz	Palmöl	Geothermie
2019	6.276.640 kWh	623.451 kWh	127.980 kWh	1.789.020 kWh	635.000 kWh	189.200 kWh
2018	6.862.682 kWh	762.520 kWh	178.850 kWh	1.321.152 kWh	350.527 kWh	186.240 kWh
2017	6.889.596 kWh	765.511 kWh	206.640 kWh	1.848.448 kWh		151.095 kWh
2016	7.183.922 kWh		318.600 kWh	1.795.488 kWh		89.222 kWh

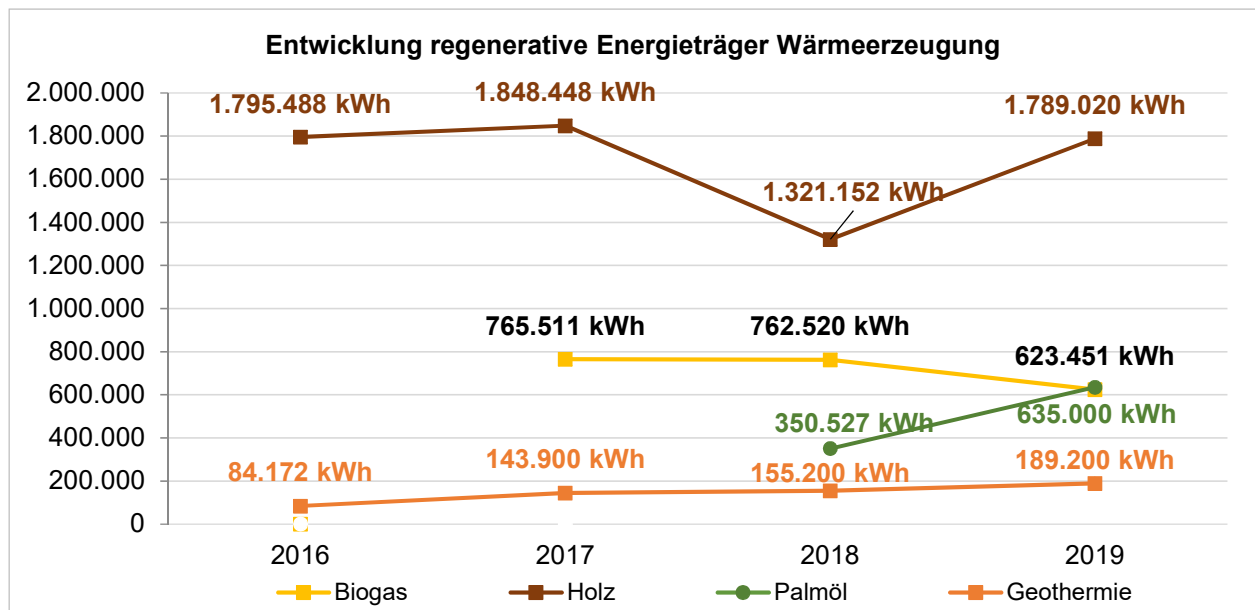


Abbildung 11 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeversorgung von 2016 - 2019

Die Entwicklung der regenerativen Energieträger ist sehr unterschiedlich: Das BHKW im Landratsamt lief erst in 2018 wieder einige Monate, wegen verschiedener Defekte ist es in 2016 und 2017 nicht nennenswert in Betrieb gewesen. Im Berufsschulzentrum konnte der Einsatz der Holzhackschnitzel zur Wärmeherzeugung erhöht werden. Durch die regelungstechnische Optimierung der Wärmepumpe im BSZ-FN konnte die Wärmeherzeugung (und geringe Kälteherzeugung) weiterhin erhöht werden. In der Heizzentrale des Verwaltungsgebäudes wurde deutlich mehr Wärme aus dem BHKW bezogen, der Gasanteil hat sich deshalb reduziert. Mit Reduzierung des Gasbezugs reduziert sich auch der Anteil an Biogas.

Strom:

Der bezogene Strom stammt vollständig aus erneuerbaren Energiequellen (zertifizierter Ökostrom, siehe Anhang).

2019 wurden auf den Dachflächen der kreiseigenen Liegenschaften insgesamt 496.606 kWh Strom aus Photovoltaikanlagen erzeugt, 415.000 kWh davon auf dem Dach des BSZ in Friedrichshafen. Die kreiseigenen Photovoltaikanlagen haben insgesamt 81.609 kWh Strom eingespeist, der mit 50.549 Euro vergütet wurde. Im Einzelnen sind 3.986 kWh auf dem Dach der HoGa in Tettnang, 45.791 kWh auf der Tannenhagschule und 31.829 kWh auf der Pestalozzischule in Markdorf erzeugt worden. In Relation zu den Verbräuchen der Licht-/Kraftstromversorgung der kreiseigenen Liegenschaften beträgt der eingespeiste Anteil 12,5% des Gesamtverbrauchs.

5.6 Entstandene Emissionen

In Deutschland wurden 2019 rund 805 Millionen Tonnen Treibhausgase freigesetzt – rund 54 Millionen Tonnen oder 6,3 Prozent weniger als 2018.⁶ „Die größten Fortschritte gab es in der Energiewirtschaft. Gründe für diese Entwicklung sind die erfolgreiche Reform des europäischen Emissionshandels, der niedrige Gaspreis, der Ausbau von Wind- und Sonnenenergie sowie die Abschaltung erster Kohlekraftwerksblöcke. Im Vergleich zu 1990 sanken die Emissionen in Deutschland um 35,7 Prozent. [...] Deutliche Emissionsrückgänge gab es

⁶ Siehe Anhang: Anlage Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland

bei der Energiewirtschaft mit 16,7 %. Ein Anstieg der Emissionen ist im Verkehr und im Gebäudesektor zu verzeichnen. Die Emissionen aus dem Gebäudebereich stiegen im Vergleich zum Vorjahr um 5 Mio. Tonnen an (plus 4,4 %).⁷ Ein wesentlicher Treiber des Emissionsanstiegs sind die gegenüber dem Vorjahr deutlich gestiegenen Heizölabsätze. Das lag vor allem am Preis: 2019 war der Heizölpreis deutlich niedriger als 2018. Daneben spielte auch die Witterung eine Rolle: Nach dem außergewöhnlich warmen Jahr 2018 war das Jahr 2019 in vielen Teilen Deutschlands wieder etwas kühler.“⁸

Im folgenden Schaubild werden die durch den Energieverbrauch entstandenen Emissionen und ihre Entwicklung im Zeitraum 2014 – 2019 dargestellt. Es werden die Entwicklung der jährlichen Emissionen auf Grundlage der tatsächlichen Verbräuche gezeigt. Getrennt wird hierbei in Emissionen, welche durch die Wärmeerzeugung entstehen und in Emissionen, welche bei der Gewinnung von Licht-/Kraftstrom entstehen.

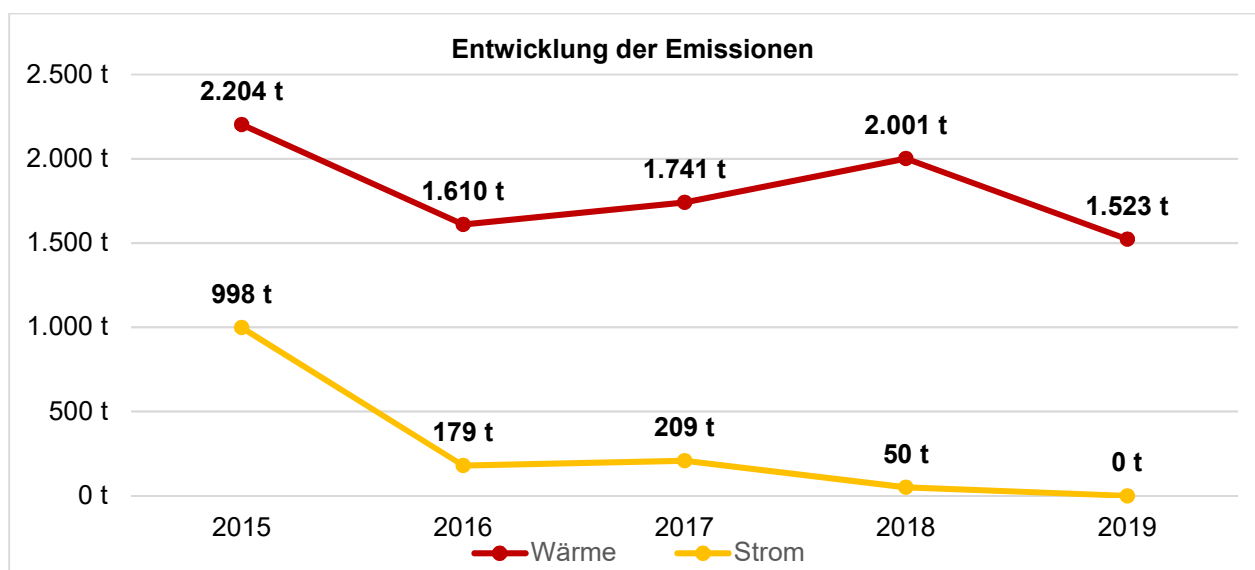


Abbildung 12 Entwicklung der Emissionen aus dem verbrauchten Energiebedarf von 2014 – 2019

Bei der Energieversorgung der kreiseigenen Liegenschaften haben sich die Emissionen in Summe um 528 t bzw. 26% reduziert.

Die Emissionsreduktion bei der Wärmeversorgung ist auf den vermehrten Einsatz von Biomasse und dem daraus verminderten Einsatz fossiler Energien in der Heizzentrale im Berufsschulzentrum Friedrichshafen, der Zunahme der Wärmegewinnung aus der Geothermieanlage und der erhöhten Wärmeproduktion aus dem BHKW, welches mit Palmöl versorgt wird, zurückzuführen.

In allen Liegenschaften ist der Strom in 2016, 2017 zu 91%, 2018 zu 95% und 2019 zu 100% aus Ökostrom geliefert worden. Hierdurch erklärt sich der starke Rückgang der CO_{2eq}-Emissionen beim Stromverbrauch seit 2016. Der gelieferte Strom aus Erneuerbaren Energien stammt aus Wasserkraft. Gemäß Ausschreibung muss der gelieferte Strom nachweislich zu mindestens 30% aus Erneuerbaren Energien stammen. Der Anteil elektrischer Energie aus Erneuerbaren Energien muss in Anlagen erzeugt werden, die ausschließlich Erneuerbare Energien nutzen. Mindestens 30% dieser Anlagen dürfen nicht älter als sechs Jahre sein.

⁷ Siehe Anhang: Treibhausgasemissionen Deutschland – Sektor Gebäude

⁸ <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-gingen-2019-um-63-prozent>, letzter Zugriff 15.03.2020

Der Bezug des Stroms für die kreiseigenen Liegenschaften wird emissionsfrei bilanziert. Bei lokalem Strom des üblichen deutschen Strommix belaufen sich die CO_{2eq}-Emissionen 2019 auf 401 Gramm pro Kilowattstunde⁹, bei Ökostrom auf null Gramm pro Kilowattstunde¹⁰. Dies bedeutet, dass für die Stromversorgung der kreiseigenen Liegenschaften im Jahr 2019 insgesamt 1.593 Tonnen CO₂-Emissionen - im Vergleich zum deutschen Strommix - eingespart werden konnten.

Den Berechnungen zu den entstandenen Emissionen für die Versorgung der kreiseigenen Liegenschaften liegen beim Strom die Werte des Stromlieferanten – Stadtwerk am See – zugrunde.¹¹ Im Wärmebereich stammen die Werte von der KEA (Holzhackschnitzel), von der EnBW (Palmöl) und für Gas sowie Heizöl sind die veröffentlichten Werte der KEA¹² zugrunde gelegt.

6 Energieverbräuche und Auswertung der einzelnen Liegenschaften

Im Folgenden werden die einzelnen Liegenschaften mit ihren Verbräuchen und ihren Verbrauchsentwicklungen für den Zeitraum 2016 – 2019 dargestellt. Seit 2017 werden für den Energiebericht auch die Verbräuche von vorhandenen Unterzählern berücksichtigt. Die spezifischen Verbräuche werden seit 2017 einheitlich auf die beheizte Bruttofläche bezogen. Dies schließt auch Räume, die von beheizten Räumen umschlossen sind, mit ein. Aus diesem Grund können die Werte bis 2016 nur eingeschränkt mit den Werten ab 2017 verglichen werden. In den vergangenen Jahren sind in einigen Liegenschaften energetische bzw. technische Maßnahmen durchgeführt worden. Diese fließen in den Liegenschaften, in denen wegen fehlender Unterzähler eine prozentuale Verbrauchsauswertung ermittelt wurde, mit ein.

Die angegebenen Verbrauchswerte in den Tabellen sind sowohl absolut als auch witterungsbereinigt dargestellt. Dies ermöglicht die Vergleichbarkeit der Objekte untereinander und den Vergleich der Verbräuche in den einzelnen Jahren.

Auch die durchgeführten energetischen Maßnahmen sowie Defekte, Störungen und Schäden an den Gebäuden werden kurz vorgestellt, da sie die Energie- und Wasserverbräuche maßgeblich mit beeinflussen.

Die Angabe des Wasserverbrauchs pro Person bezieht sich auf die Schülerzahl bzw. die Mitarbeitenden im Landratsamt.

Bei den Kosten sind die Ausgaben dargestellt, die für die gelieferten Energie- und Wassermengen angefallen sind, inklusive den dazugehörigen Zählergebühren, Netzentgelten etc.

In den Kosten für den Wasserbezug sind seit 2019 - zur besseren Vergleichbarkeit der Liegenschaften untereinander - die Gebühren für Niederschlagswasser nicht mehr enthalten.

6.1 Auswertung Verwaltungsgebäude

Die Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche in der folgenden Grafik zeigt, dass im Gebäude AL 75 sowohl der Wärme- als auch der Kälteverbrauch stetig ansteigt.

⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/bilanz-2019-co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom>, letzter Zugriff 15.04.2020

¹⁰ CO₂-Emissionen aus erneuerbaren Energien werden gemäß Bilanzierungsregeln des UNFCCC zur Treibhausgasberichterstattung unter dem Kyoto-Protokoll als CO₂-neutral bilanziert und gehen in die Berechnung der Emissionen mit dem Wert „0“ ein.

¹¹ Stromkennzeichnung für gelieferten Strom in die kreiseigenen Liegenschaften siehe Anhang „Kennzeichnung der Stromlieferungen 2018 für Kunden des Stadtwerks am See“.

¹² <http://www.kea-bw.de/service/emissionsfaktoren/>, letzter Zugriff 15.04.2020

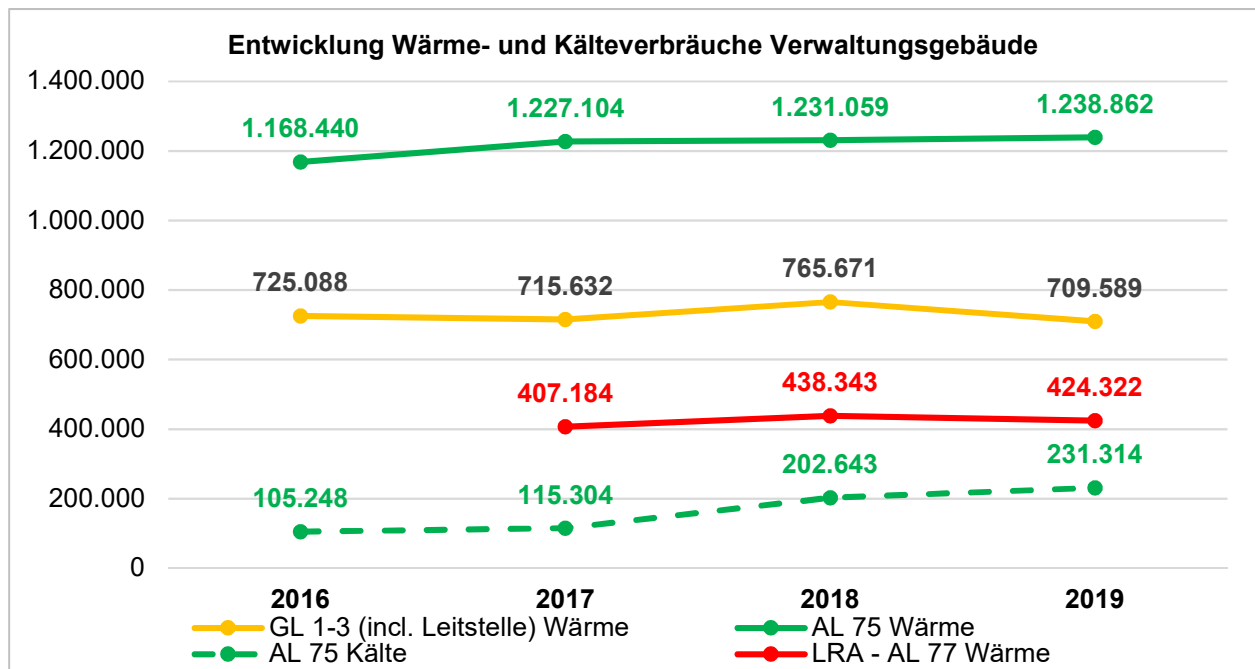


Abbildung 13 Entwicklung der witterungsbereinigten Wärme- und Kälteverbräuche der Verwaltungsgebäude

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2019 für die Wärme- und Kälteversorgung absolut 2.389.071 kWh benötigt, 134.613 kWh mehr als im Vorjahr. Dies entspricht einem Mehrverbrauch von fast 6%, witterungsbereinigt sind die Verbräuche für Wärme und Kälte jedoch um 1,3% zurückgegangen. 71% des Mehrverbrauchs entfallen auf den Wärme- und 29% auf den Kälteverbrauch. Der Kälteverbrauch hat insgesamt aber nur einen Anteil von knapp 9% am gesamten Kälte-Wärmeverbrauch.

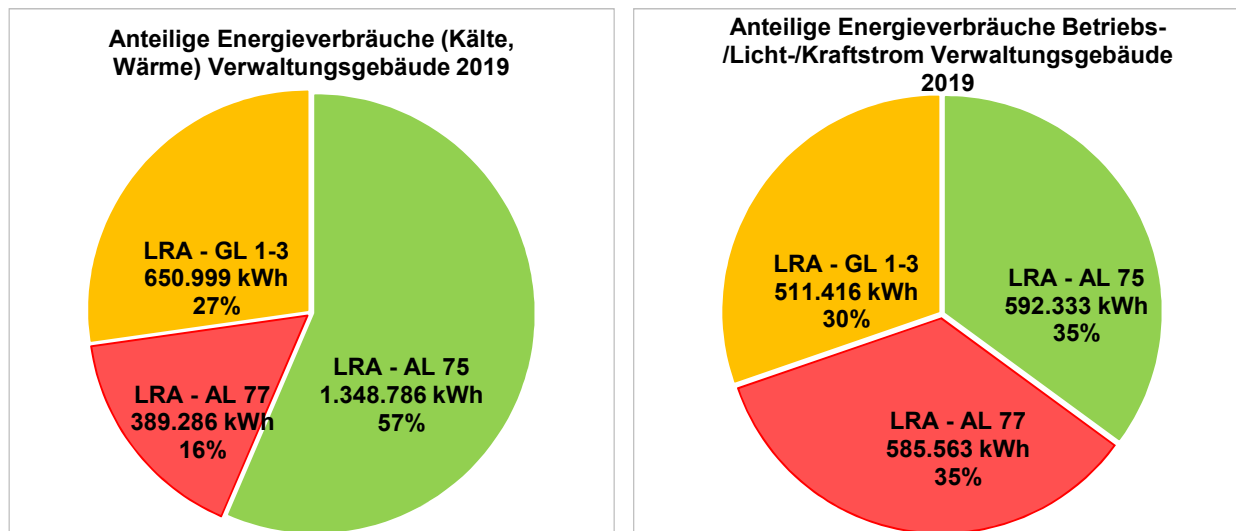


Abbildung 14 Verteilung der Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) der Verwaltungsgebäude in 2019
Abbildung 15 Verteilung der Stromverbräuche (Allgemeinstrom) der Verwaltungsgebäude in 2019

Der hohe Anteil für die Wärme- und Kälteversorgung in der AL 75 ist auf den sehr schlechten energetischen Zustand des Gebäudes zurückzuführen.

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2019 für die Stromversorgung 1.689.313 kWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr ein Mehrverbrauch von 18.774 kWh bzw. 1,1%.

Stromverbrauch ohne Betriebsstrom:
Hier entfällt der größte Anteil auf das Verwaltungsgebäude AL 77. In diesem Gebäude ist noch keine LED-Beleuchtung vorhanden, in allen WC's sind Heißwasserboiler vorhanden und die Bewegungsmelder in den Fluren sind nicht tageslichtgesteuert.

Abbildung 16 Anteilige Stromverbräuche Verwaltungsgebäude (ohne Betriebsstrom)

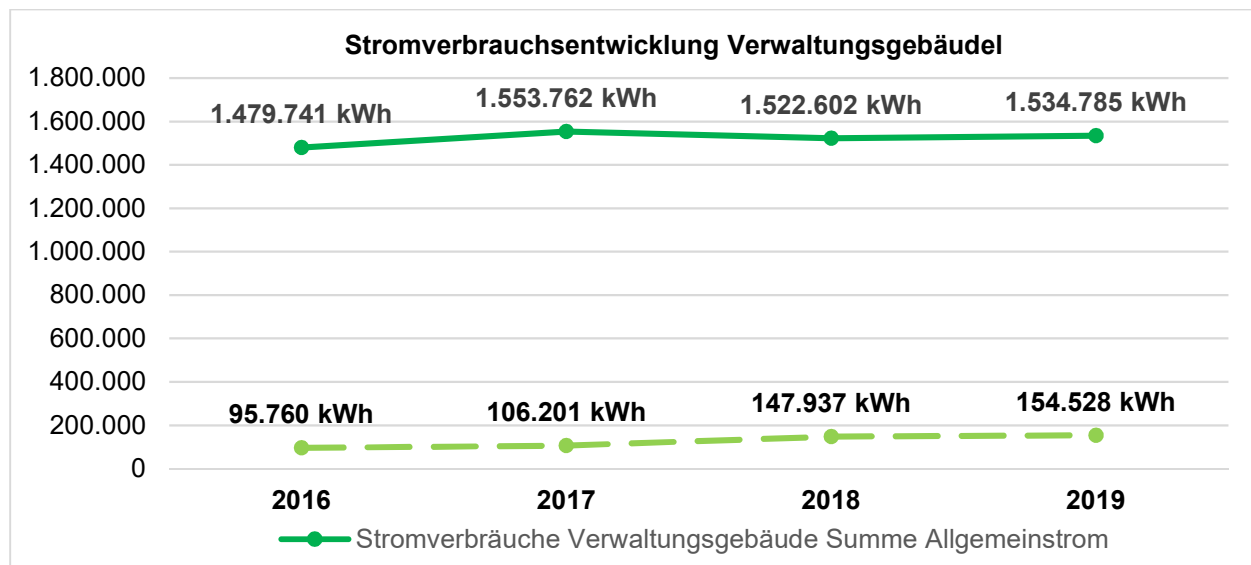
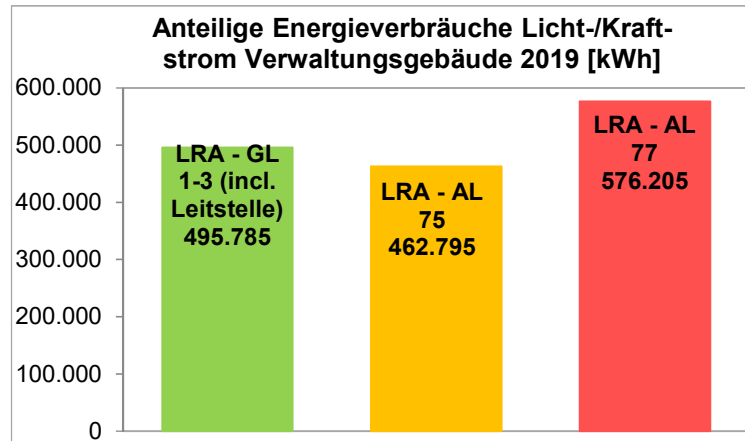
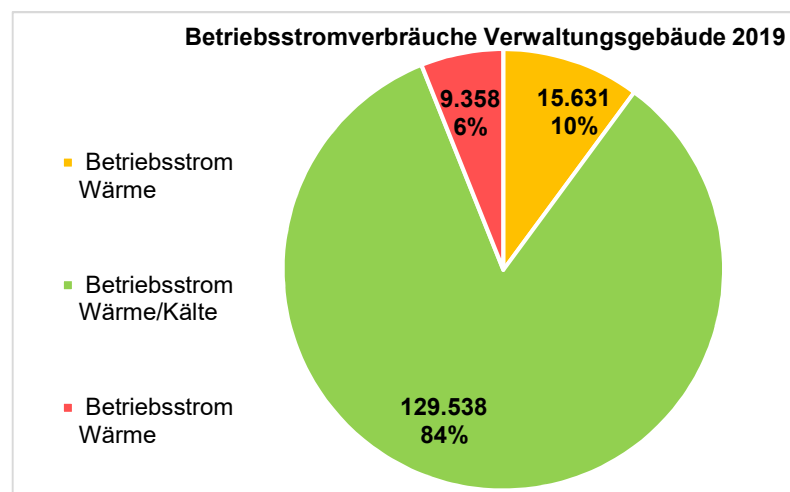


Abbildung 17 Entwicklung der Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche der Verwaltungsgebäude

Bei getrennter Betrachtung der Stromentwicklung der letzten drei Jahre in den Bereichen Allgemein- und Betriebsstrom zeigt sich deutlich, dass der Anteil am Betriebsstrom auch in 2019 weiter angestiegen ist. Dies ist auf die sehr warmen Sommer 2018 und 2019 zurückzuführen, sie führten zu erhöhten Betriebsstromverbräuchen für die Kälteerzeugung in der AL 75 und die Teilklimatisierung in der AL 77.

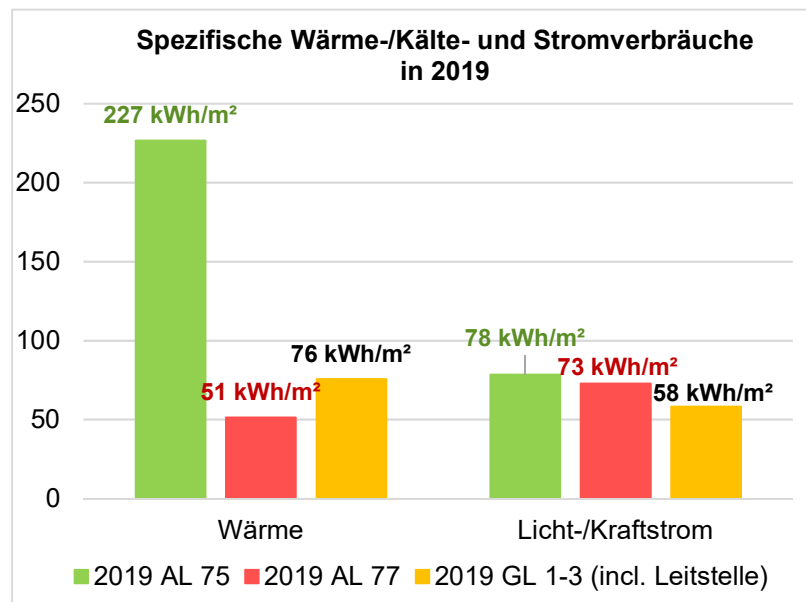
Der größte Anteil des Betriebsstroms entfällt mit 84% auf das Verwaltungsgebäude AL 75, in der nebenstehenden Darstellung wird dies deutlich. Dieser hohe Verbrauch wird durch die Vollklimatisierung des Gebäudes verursacht.

Abbildung 18 Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude in 2019



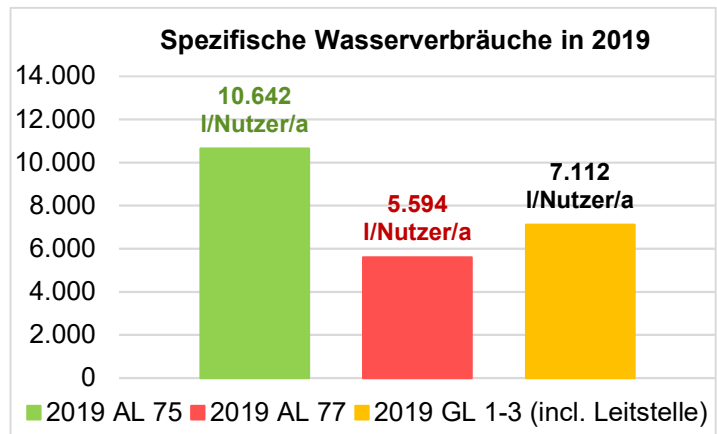
Die spezifischen Verbräuche für die Gebäude sind sehr unterschiedlich, auch hier wird der energetische Standard der Gebäude deutlich. Da in der Glärnischstr. keine Klimatisierung vorhanden ist, ist hier der geringste spezifische Stromverbrauch zu verzeichnen, allerdings auch der geringste Benutzerkomfort, im Sommer werden zeitweise Büroinnentemperaturen von 30° Celsius erreicht.

Abbildung 19 Spezifische Verbräuche der Verwaltungsgebäude in 2019



Das Gebäude AL 75 ist vollklimatisiert, dies begründet auch die hohen spezifischen Wasserverbräuche. Rund die Hälfte des Wasserverbrauches wird für die Luftbefeuchtung benötigt. In der Glärnischstr. ist der Wasserverbrauch pro Nutzer hoch, da der Teich und die Grünanlagen mit Trinkwasser bewässert werden mussten.

Abbildung 20 Spezifische Wasserverbräuche der Verwaltungsgebäude in 2019



Die hohen Wärme-, Kälte- und Stromverbräuche, sowie Wasserverbräuche im Gebäude AL 75, führen auch zu den höchsten Verbrauchskosten für dieses Gebäude.

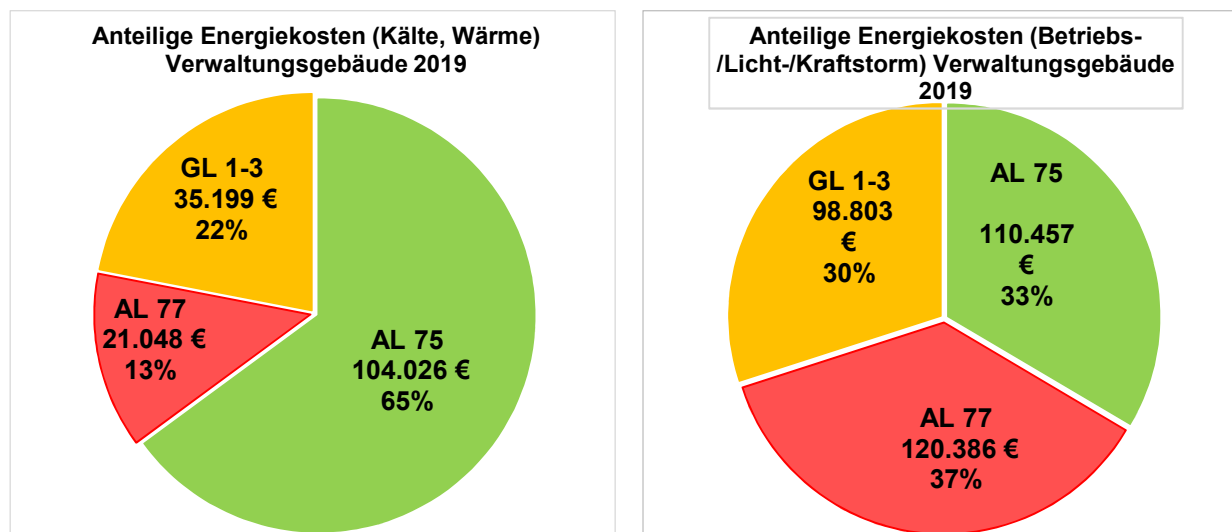


Abbildung 21 und Abbildung 22 Kostenverteilung Verwaltungsgebäude in 2019

Zusammenfassend ist für die Verwaltungsgebäude festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 95.957 kWh erhöht hat (Rückgang GL 1-3 0,5%, Anstieg AL 75 8,0% und AL 77 3,9%),
- der Stromverbrauch Allgemeinstrom in der GL 1-3 um 0,7% reduziert, in der AL 77 um 1,7% und in der AL 75 um 1,6% erhöht hat,
- der Betriebsstrom in der GL 1-3 um 22,0%, in der AL 75 um 2,7% und in der AL 77 um 4,5% erhöht hat,
- der Stromverbrauch in Summe mit 18.774 kWh (1,1%) erhöht hat und sich
- der Wasserverbrauch mit einem Plus von 1.512 m³ um 23% erhöht hat.

Aus technischen Sicht lassen sich mit Umstellung aller Leuchtkörper (Innen- und Außenbeleuchtung) auf LED-Leuchtkörper die Stromverbräuche reduzieren.

Die Wärmeverbräuche lassen sich reduzieren, wenn alle Warmwasserzapfstellen dezentral versorgt werden, der Heizungsbetrieb könnte dann während der Sommermonate deutlich reduziert werden.

Die Arbeitsstättenrichtlinie schreibt für teil- und vollklimatisierte Büroräume eine Temperatur von mind. 21° Celsius während der Heizperiode und von höchstens 26° Celsius außerhalb der Heizperiode vor. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen während der Sommermonate ist, je höher fallen die Energiekosten für die Vorhaltung der Raumtemperaturen aus. Die Kühlung erfolgt über Strom, d.h. die Kosten für Kälte sind 3,6-mal so hoch wie die für Wärme (Wärmekosten 5,4 Cent/kWh und Kältekosten 19,6 Cent/kWh in 2019).

Die detaillierten Verbräuche und Verbrauchsentwicklungen sowie die entstandenen Verbrauchskosten der einzelnen Verwaltungsgebäude werden in den Kapiteln 6.1.1. bis 6.1.3 ausführlich dargestellt.

6.1.1 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77)

Das Verwaltungsgebäude in der Albrechtstraße 77 ist ein Leasingobjekt. Es wurde 2017 mit in den Energiebericht aufgenommen, aus diesem Grund können vergleichende Verbrauchswerte für die Wärme nur für die vergangenen zwei Jahre dargestellt werden.

Die Wärmeversorgung des Gebäudes erfolgt aus der Heizzentrale in der Glärnischstraße. Der Sänftissaal und zwei weitere Räume sind klimatisiert.

Zur Versorgung der E-Autos stehen zwei Wallboxen und drei Steckdosen zur Verfügung.



Verwaltungsgebäude LRA - AL 77			
Baujahr 2006		Wärmeversorgung aus Heizzentrale Gl.-Str.	
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	7780	Anzahl Regelungsgruppen	
Qualität Wärmedämmung	gut	4 Wärme- u. 2 Kältekreisläufe je Etage	
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Nutzer	313	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	12
Anzahl Aufzüge	3	Thermostatventile	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Lüftungsanlage	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Klimatisierung	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			
Regelmäßige Abendtermine im Sitzungssaal			

In der folgenden Grafik ist die Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche, der Strom- sowie der Wasserverbräuche dargestellt:

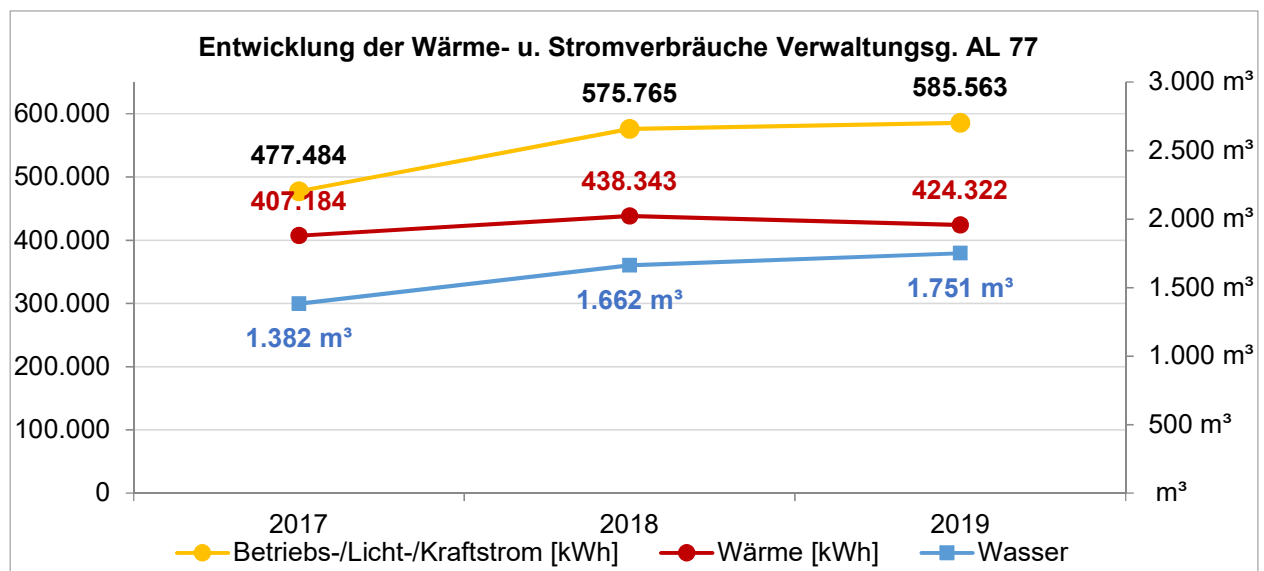


Abbildung 23 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch für das Verwaltungsgebäude AL 77 ist absolut um 14.634 kWh bzw. 3,9% angestiegen. Witterungsbereinigt ist der Verbrauch jedoch um 3,2% zurückgegangen.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	389.286	424.322	01.01.2019	31.12.2019	21.048
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	374.652	438.348	01.01.2018	31.12.2018	17.241
2017	Erdgas	kWh	399.200	407.184	01.01.2017	31.12.2017	21.400

Das Gebäude ist teilklimatisiert, d.h. die zugeführte Frischluft wird im Winter vorgewärmt und im Sommer vorgekühlt. Die Vorwärmung erfolgt mit Hilfe der Wärmezufuhr aus der Heizzentrale in der Glärnischstr., die Kühlung über Strom direkt im Gebäude. Der Stromverbrauch hat sich mit 9.387 kWh um 1,7% gering erhöht.

Licht-/Kraftstromversorgung incl. Betriebsstrom Wärme

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	585.563	01.01.2019	31.12.2019	120.386
2018	kWh	575.765	01.01.2018	31.12.2018	115.242
2017	kWh	477.484	01.01.2017	31.12.2017	94.710

Der Wasserverbrauch hat sich mit 89 m³ um 5,3% erhöht. Aufgrund der Trockenheit auch in 2019 wurde viel Frischwasser zur Bewässerung der Grünanlagen benötigt.

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m ³	1.751	01.01.2019	31.12.2019	7.126
2018	m ³	1.662	01.01.2018	31.12.2018	6.651
2017	m ³	1.382	01.01.2017	31.12.2017	5.867

Spezifische Verbräuche in 2019

Wärme	50 kWh/m ²
Strom (incl. Betriebsstrom)	75 kWh/m ²
Wasser (Liter pro Person u. Jahr)	5.594 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2019:

Im Jahr 2019 wurden keine energetisch relevanten Sanierungen am Gebäude durchgeführt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche	Summe Kosten [€]
Amtsgebäude AL 77	389.286	21.048	585.563	120.386	1.751	7.126	7.780	148.560

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 77 stellen sich in 2019 wie folgt dar:

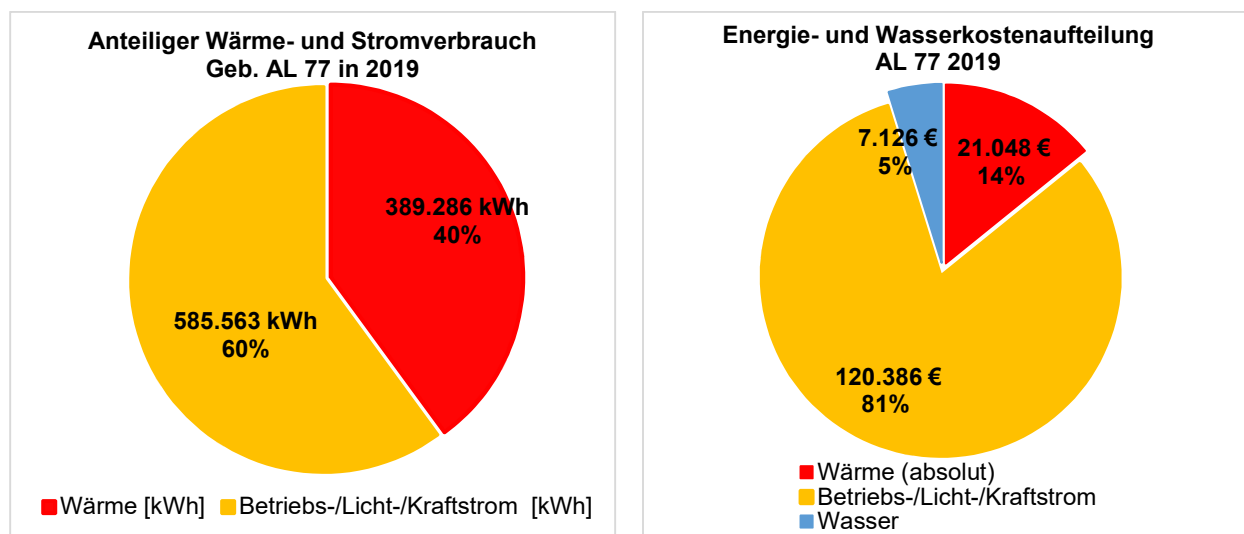


Abbildung 24 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2019

Abbildung 25 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 77 in 2019

Die Kostenentwicklung für die entstandenen Verbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

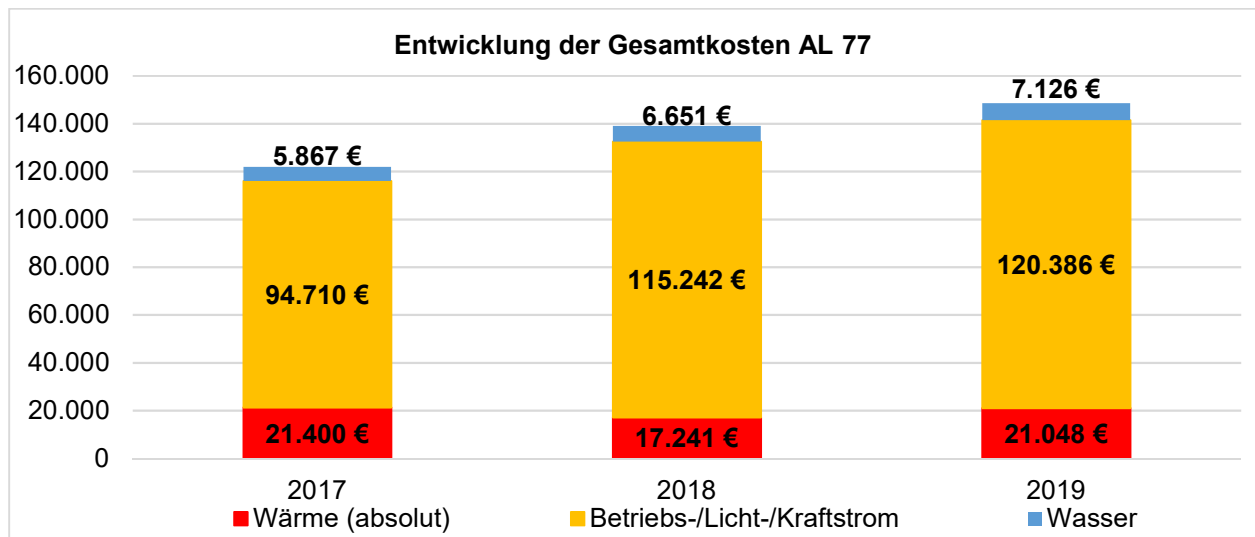


Abbildung 26 Gesamtkostenentwicklung AL 77

Die Kosten für Energie und Wasser haben sich im Vergleich zum Vorjahr mit 9.427 € um 7% erhöht. Ursachen für den Kostenanstieg bei der Wärmebereitstellung sind der absolute Mehrverbrauch und die Kostenerhöhung beim Einkauf.

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

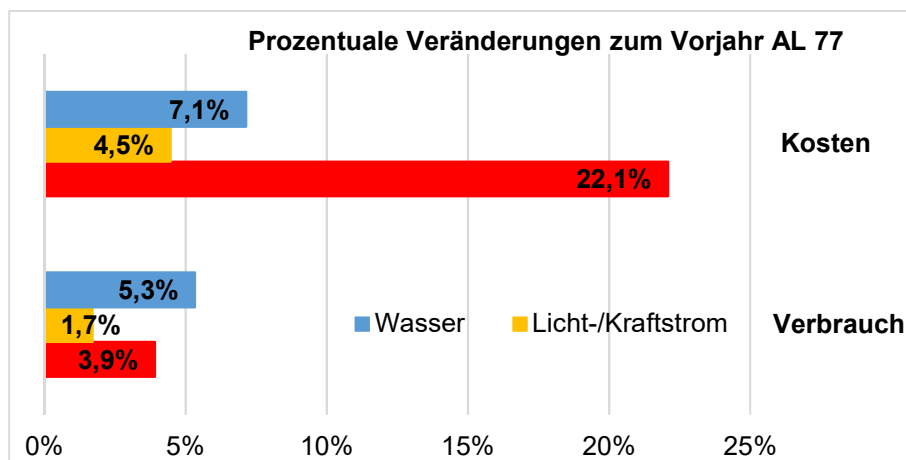


Abbildung 27 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

Zusammenfassend ist für das Verwaltungsgebäude AL 77 festzustellen, dass im Vergleich zum Vorjahr

- sich der Wärmeverbrauch absolut um 14.634 kWh erhöht, aber unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung um 3,2% verringert hat,
- der Stromverbrauch um 1,7% angestiegen ist und
- sich der Wasserverbrauch um 5,3% erhöht hat.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Insbesondere der hohe Stromverbrauch im Gebäude AL 77 ist auffallend, jedoch kann dieser aufgrund der fehlenden Unterzählung kaum zurückverfolgt werden. Mit geringem Aufwand lässt sich der Verbrauchsstrom durch Austausch der vorhandenen Energiesparlampen in LED-

Leuchtkörper verringern. Auch der Austausch der vorhandenen Pumpen gegen Hocheffizienzpumpen würde zu einer Stromersparnis führen.

Bei den auch in Zukunft zu erwartenden sehr warmen Sommertagen werden sich der Energieverbrauch für Kälte und somit auch die Energiekosten für die Kälteversorgung - bei gleichbleibendem Nutzerkomfort (höchstens 26° Grad Innenraumtemperatur) - nicht reduzieren lassen. Die fehlende Eingriffsmöglichkeit in die Gebäudeleittechnik und die nicht nachvollziehbaren Regelungseinstellungen machen eine detaillierte Auswertung und Optimierung der Wärme-, Kälte- und Luftzufuhr in diesem Gebäude unmöglich.

6.1.2 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75)

Das Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75 ist vollklimatisiert, es hat keine zu öffnenden Fenster.



Verwaltungsgebäude LRA - AL 75			
Baujahr 1973		Wärmeversorgung aus Heizzentrale Gl.-Str.	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	5810	Anzahl Regelungsgruppen	3
Qualität Wärmedämmung	sehr schlecht	4 Wärme- u. 2 Kältekreisläufe je Etage	
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Nutzer	348	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	12
Anzahl Aufzüge	3	Thermostatventile	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Lüftungsanlage	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	nein
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Vollklimatisierung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr			

In der folgenden Grafik ist die Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche, der Strom- sowie der Wasserverbräuche dargestellt:

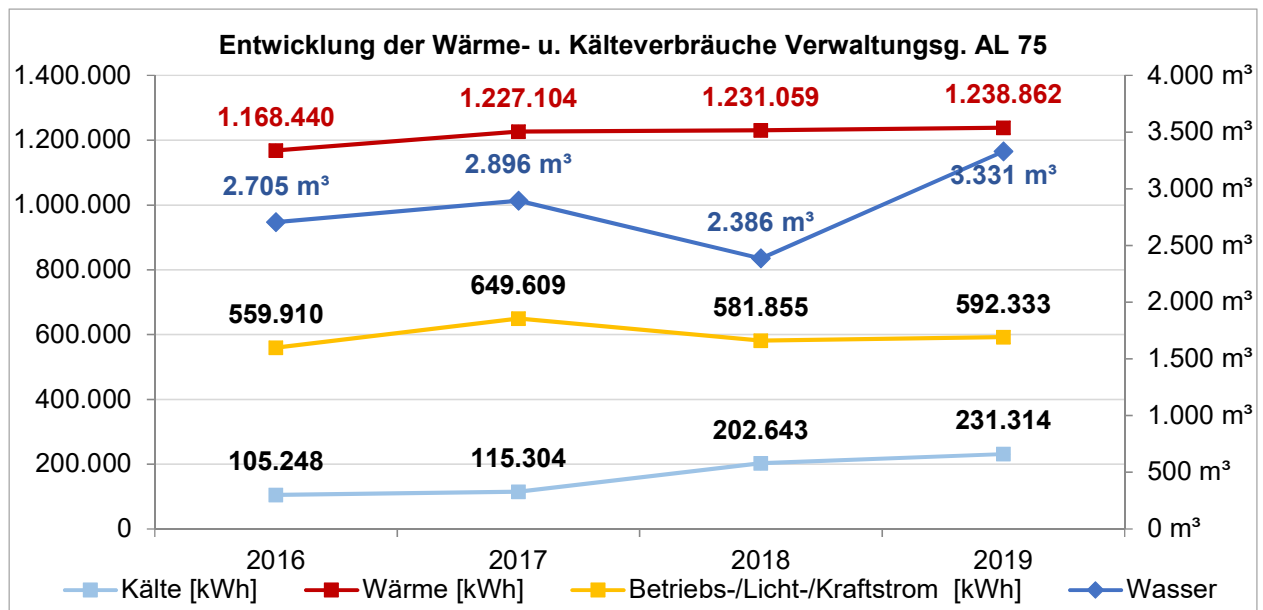


Abbildung 28 Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche (witterungsbereinigt) Verwaltungsgebäude AL 75

Der Energieaufwand zur Klimatisierung und der sehr schlechte energetische Zustand des Gebäudes führen zu extrem hohen Energie- und Wasserverbräuchen in diesem Gebäude. Absolut ist der Wärme-/Kälteverbrauch im Jahr 2019 um 123.400 kWh angestiegen, unter Berücksichtigung der Witterung um 2,5%.

Wärme-/Kälteversorgung

Jahr	Energieträger Wärme	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.348.786	1.470.177	01.01.2019	31.12.2019	104.026
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.225.386	1.433.702	01.01.2018	31.12.2018	83.329
2017	Erdgas	kWh	1.203.043	1.227.104	01.01.2017	31.12.2017	64.964
2016	Erdgas	kWh	1.123.500	1.168.440	01.01.2016	31.12.2016	58.488

Absolut ist der Wärmeverbrauch aufgrund der Witterung in 2019 um 83.384 kWh bzw. 8% angestiegen, witterungsbereinigt um 0,6%.

Wärmeversorgung

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.136.571	1.238.862	01.01.2019	31.12.2019	61.453
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	1.052.187	1.231.059	01.01.2018	31.12.2018	48.420
2017	Erdgas	kWh	1.203.043	1.227.104	01.01.2017	31.12.2017	64.964
2016	Erdgas	kWh	1.123.500	1.168.440	01.01.2016	31.12.2016	58.488

Der Energieverbrauch zur Kälteversorgung des Gebäudes ist absolut und witterungsbereinigt auch in 2019 weiter angestiegen. Der Mehrverbrauch beträgt absolut 39.016 kWh bzw. 22,5% witterungsbereinigt 14% und ist auf den sehr warmen Sommer zurückzuführen.

Kälteversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	212.215	231.314	01.01.2019	31.12.2019	45.573
2018	kWh	173.199	202.643	01.01.2018	31.12.2018	34.905
2017	kWh	113.043	115.304	01.01.2017	31.12.2017	36.140
2016	kWh	101.200	105.248	01.01.2016	31.12.2016	35.432

Der Stromverbrauch ist bedingt durch den höheren Kälteverbrauch mit 1,8% gering angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung incl. Betriebsstrom Wärme u. Kälte

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	592.333	01.01.2019	31.12.2019	110.457
2018	kWh	581.855	01.01.2018	31.12.2018	106.072
2017	kWh	649.609	01.01.2017	31.12.2017	122.066
2016	kWh	559.910	01.01.2016	31.12.2016	111.532

Der Wasserverbrauch ist mit 945 m³ Mehrverbrauch um 39,6% angestiegen. Dieser Anstieg hat verschiedene Ursachen: Durch einen Defekt in der Kühlung musste die gesamte Anlage (Kühlturm und komplettes Leitungsnetz) zwei Mal neu befüllt werden, dies hat zu einem Mehrverbrauch von ca. 500 m³ Wasser geführt und ist für 53% des Mehrverbrauchs verantwortlich. Der Mehrverbrauch an Kälte und an Wärme führt ebenfalls zu einem Mehrverbrauch an Wasser (Luftbefeuchtung).

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m ³	3.331	01.01.2019	31.12.2019	15.192
2018	m ³	2.386	01.01.2018	31.12.2018	11.137
2017	m ³	2.896	01.01.2017	31.12.2017	12.293
2016	m ³	2.705	01.01.2016	31.12.2016	11.376

Spezifische Verbräuche in 2019

Wärme	196 kWh/m ²
Kälte	37 kWh/m ²
Strom	102 kWh/m ²
Wasser (Liter pro Person u. Jahr)	10.642 l/Pa

Der hohe spezifische Wasserverbrauch – im Vergleich zu den beiden anderen Verwaltungsgebäuden – ist auf die Vollklimatisierung (Befeuchtung) und den oben erwähnten Schaden im Kühlturm zurückzuführen.

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2019:

2019 wurden die Aufzüge erneuert, dies wird zukünftig zu Energieeinsparungen führen.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme u. Kälte [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Verwaltungsgebäude AL 75	1.348.786	104.026	592.333	110.457	3.331	15.192	5.810	229.676

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 75 stellen sich in 2019 wie folgt dar:

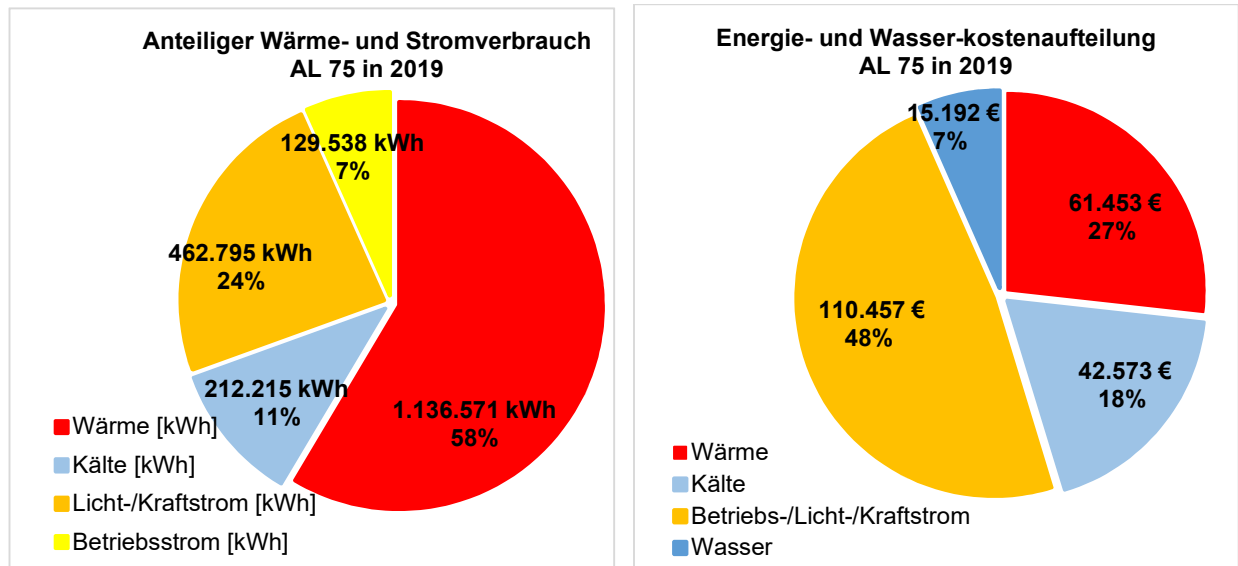


Abbildung 29 Verteilung Energieverbräuche Wärme u. Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2019
Abbildung 30 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 75 in 2019

Im Vergleich zur Wärme ist der Kostenaufwand für eine kWh Kälte in 2019 3,8 Mal so hoch wie für eine kWh Wärme. Die Kostenentwicklung für die entstandenen Verbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

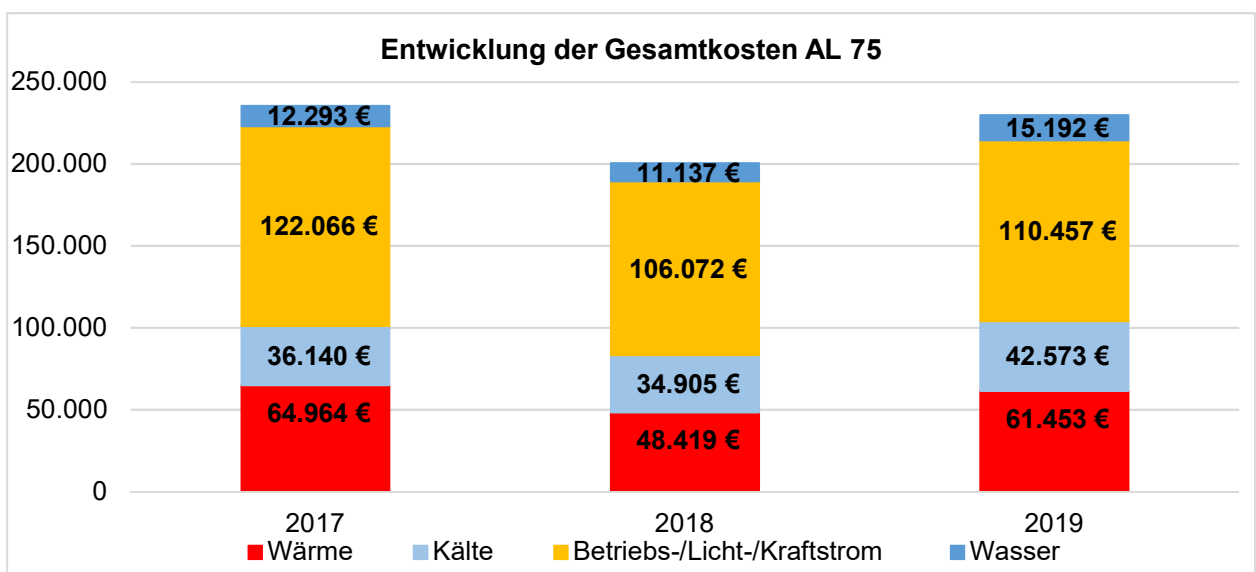


Abbildung 31 Kostenentwicklung der Verbräuche AL 75

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

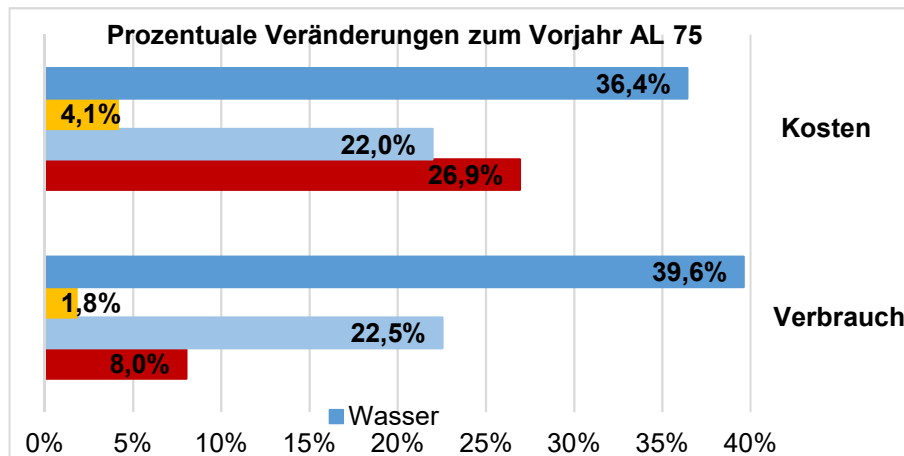


Abbildung 32 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

Zusammenfassend ist für das Verwaltungsgebäude AL 75 festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 84.384 kWh bzw. 8% erhöht hat,
- der Energieverbrauch für Kälte um 39.016 kWh bzw. 22,5% gesteigert hat,
- der Stromverbrauch um 1,8% zurückgegangen ist und sich
- der Wasserverbrauch um 39,6% (945 m³) erhöht hat.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Die insgesamt hohen Energieverbräuche für Kälte und Wärme und die daraus resultierenden hohen Energiekosten lassen sich dauerhaft nur durch eine umfassende energetische Fassadensanierung reduzieren.

6.1.3 Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL)

Im Verwaltungsgebäude in der Glärnischstraße befindet sich auch die Leitstelle für den Landkreis. Die Verbräuche der Leitstelle sowie die der Verwaltung werden seit 2017 im Energiebericht gesondert aufgeführt.

Zur Versorgung der E-Autos stehen drei Ladepunkte zur Verfügung.



Verwaltungsgebäude LRA – Glärnischstr. 1-3

Baujahr 1978		Kessel Leistung in kW	900
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	8610	Baujahr Heizungsanlage	2006
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Anzahl Regelungsgruppen	4
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Nutzer	424	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	12
Anzahl Aufzüge	2	Thermostatventile	ja
Warmwasserversorgung	zentral	Lüftungsanlage Abluft in Sanitäranlagen	
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	nein
Zentrale Wärmeversorgung	ja		

Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 06.30 Uhr bis 19.00 Uhr

Die Entwicklung der Wärme-, Strom und Wasserverbräuche incl. Betriebsstrom in grafischer Darstellung:

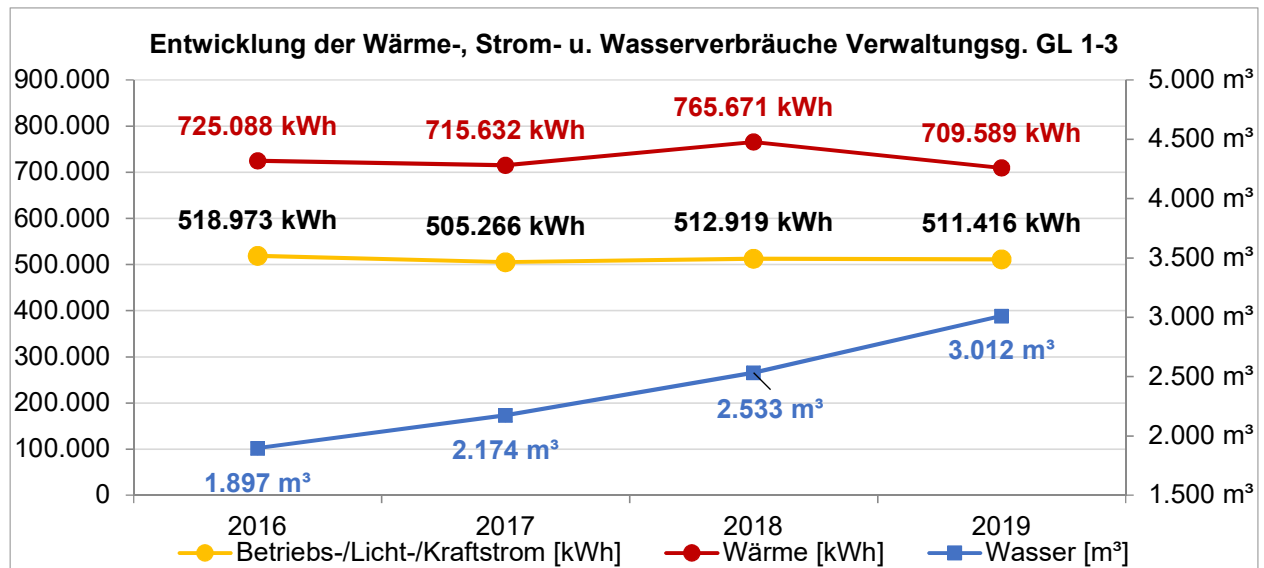


Abbildung 33 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude Glärnischstr. (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch im Jahr 2019 um 3.241 kWh bzw. 5% reduziert, unter Berücksichtigung der Witterung ist er sogar um 7,3% zurückgegangen.

Anmerkung zu den Wärmeverbräuchen: Alle drei Verwaltungsgebäude werden von der Heizzentrale in der Glärnischstraße 1-3 mit Wärme versorgt. Die dabei entstehenden Leitungsverluste sind in den Verbräuchen der Glärnischstraße enthalten.

Wärmeversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungsbereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas u. Palmöl	kWh	650.999	709.589	01.01.2019	31.12.2019	35.199
2018	Erdgas u. Palmöl	kWh	654.420	765.671	01.01.2018	01.01.2018	30.115
2017	Erdgas	kWh	701.600	715.632	01.01.2017	31.12.2017	37.702
2016	Erdgas	kWh	697.200	725.088	01.01.2016	31.12.2016	36.317

Der Stromverbrauch im Verwaltungsbereich hat sich erhöht, da der Glärnischsaal aufgrund der Flächenkonzeption genutzt wurde und die Wärmeversorgung neben den unzureichenden Heizkörpern mit elektrischen Deckenheizplatten sichergestellt werden musste.

Licht-/Kraftstromversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude (incl. Betriebsstrom Wärme)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	511.416	01.01.2019	31.12.2019	98.803
2018	kWh	512.919	01.01.2018	01.01.2018	98.167
2017	kWh	505.266	01.01.2017	31.12.2017	98.145
2016	kWh	518.973	01.01.2016	31.12.2016	97.059

Licht-/Kraftstromversorgung (Allgemeinstrom) Verwaltung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	451.061	01.01.2019	31.12.2019	88.285
2018	kWh	440.132	01.01.2018	01.01.2018	85.120
2017	kWh	367.070	01.01.2017	31.12.2017	71.938

Aufgrund der Sondernutzung der Leitstelle fällt ein hoher Stromverbrauch pro Quadratmeter an, der sich jedoch seit 2018 wegen geringerer Besetzung (seit Juli 2018 16 statt 24 Stunden) verringert hat.

Licht-/Kraftstromversorgung (Allgemeinstrom) Leitstelle					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	44.944	01.01.2019	31.12.2019	8.797
2018	kWh	59.977	01.01.2018	01.01.2018	12.087
2017	kWh	86.603	01.01.2017	31.12.2017	16.972

Der Wasserverbrauch hat sich auch in 2019 weiter erhöht. Dies ist auf den sehr trockenen Sommer zurückzuführen, denn sowohl die Grünanlagen als auch der Teich vor dem Verwaltungsgebäude müssen mit Frischwasser versorgt werden. Der Anstieg in 2019 im Vergleich zum Vorjahr beträgt knapp 19% bzw. 479 m³.

Wasserversorgung gesamtes Verwaltungsgebäude					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	3012	01.01.2019	31.12.2019	13.170
2018	m³	2.533	01.01.2018	01.01.2018	11.047
2017	m³	2.174	01.01.2017	31.12.2017	9.427
2016	m³	1.897	01.01.2016	31.12.2016	8.436

Spezifische Verbräuche Verwaltung in 2019			Spezifische Verbräuche Leitstelle in 2018		
Wärme	76	kWh/m²	Wärme	86	kWh/m²
Strom	54	kWh/m²	Strom	94	kWh/m²
Wasser	7.061	l/Pa			

(Wasserverbräuche in Litern pro Person u. Jahr)

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2019

2019 wurden die Aufzüge erneuert, dies wird zukünftig zu Energieeinsparungen führen.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs- /Licht- /Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Verwaltung	634.917	34.329	466.692	90.006	2.987	13.060	8.423	137.395
Leitstelle	16.082	870	44.944	8.797	25	109	187	9.776
Summe	650.999	35.199	511.636	98.803	3.012	13.169	8.610	147.171

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärmeversorgung und Betriebs-, Licht- und Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude GL 1-3 stellen sich in 2019 wie folgt dar:

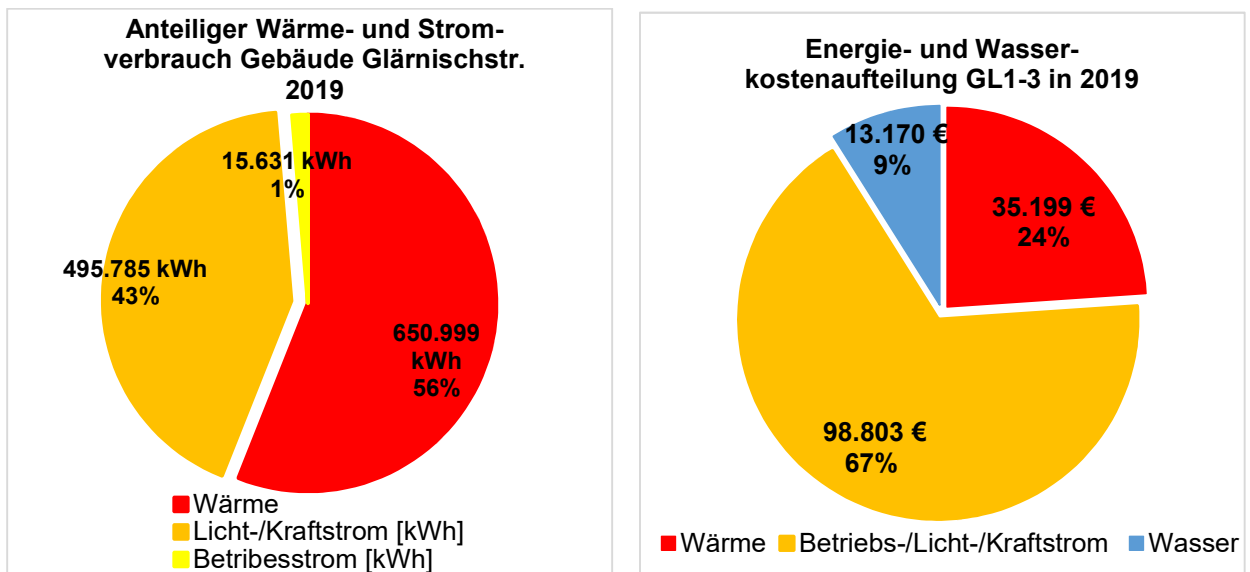


Abbildung 34 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom GL 1-3 in 2019
Abbildung 35 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten GL 1-3 in 2019

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

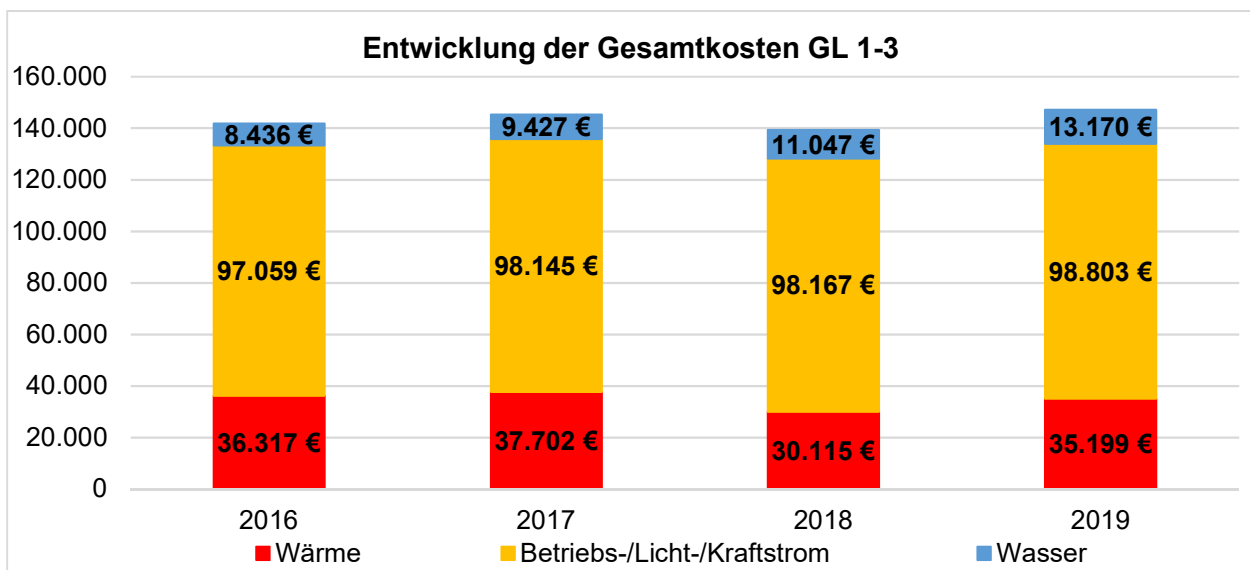


Abbildung 36 Kostenentwicklung der Verbräuche LRA GL

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

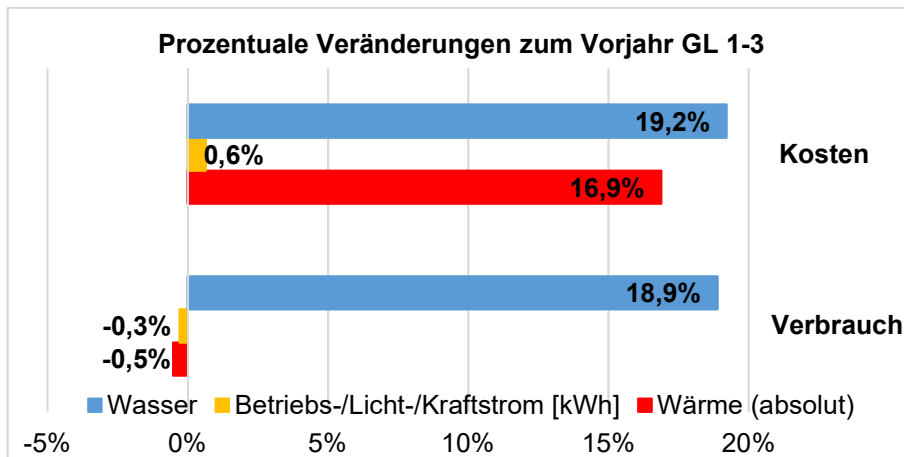


Abbildung 37 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr

Zusammenfassend ist für das Verwaltungsgebäude GL 1-3 festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 0,5% verringert hat,
- der Stromverbrauch trotz Umstellung auf LED-Leuchtkörper aufgrund der elektrischen Heizung nur um 0,3% zurückgegangen ist und sich
- der Wasserverbrauch aufgrund des trockenen Sommers (Beregnung Außenanlagen und Teichnachspeisung) erhöht hat.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Aufgrund der aktuellen Überplanung des Grundstücks sind keine weiteren Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle vorgesehen. Da keine Kühlung im Gebäude vorhanden ist, werden stromintensive Ventilatoren eingesetzt, denn die Raumtemperaturen betragen ab spätestens Mai in der Regel schon um 9.00 Uhr 26° Celsius, bis zum Mittag werden teilweise $\geq 30^\circ$ Celsius Büroinnentemperatur erreicht.

6.2 Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen

Verbrauchsentwicklung Schulgebäude:

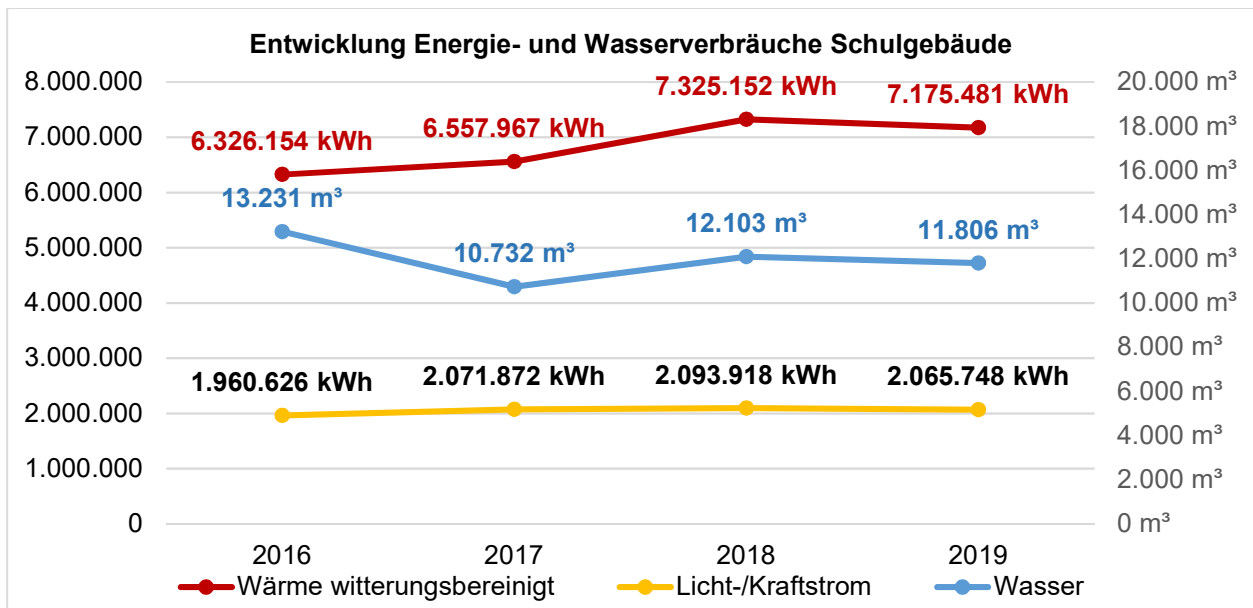


Abbildung 38 Entwicklung der Gesamtverbräuche Schulen

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Wärmeverbräuche (ohne Sporthallenverbräuche):

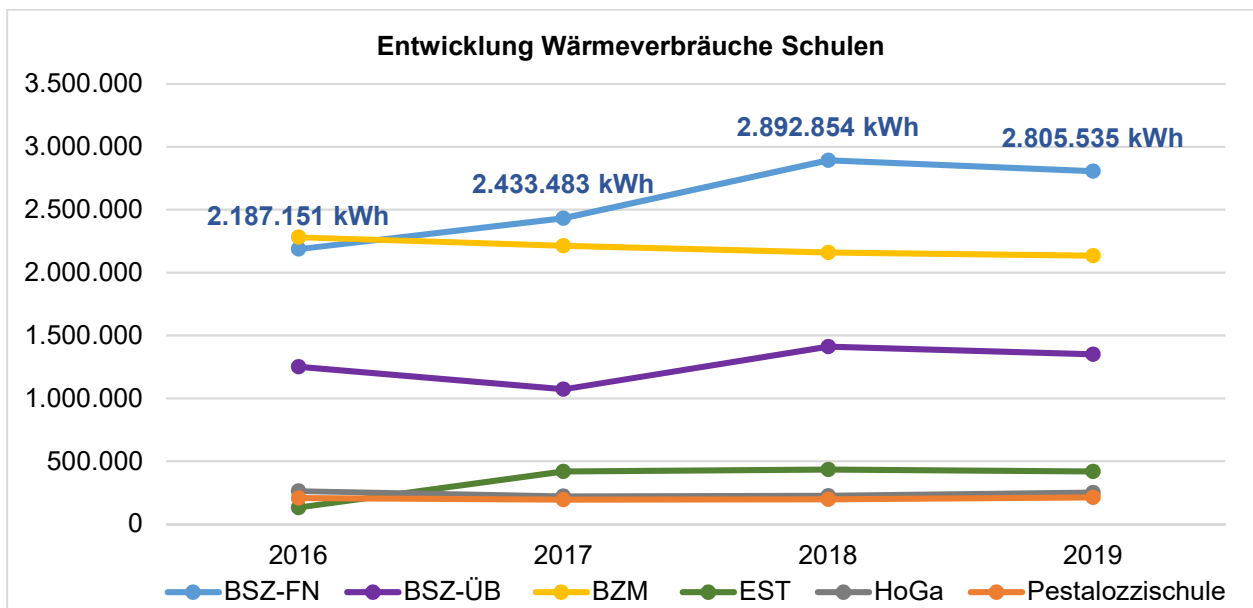


Abbildung 39 Entwicklung der Wärmeverbräuche in den Schulen

Die sechs Schulen haben in 2019 für die Wärmeversorgung absolut 6.610.698 kWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr sind das 5,7% Mehrverbrauch. Witterungsbereinigt ist der Verbrauch jedoch um 2% gesunken.

Entwicklung der Stromverbräuche:

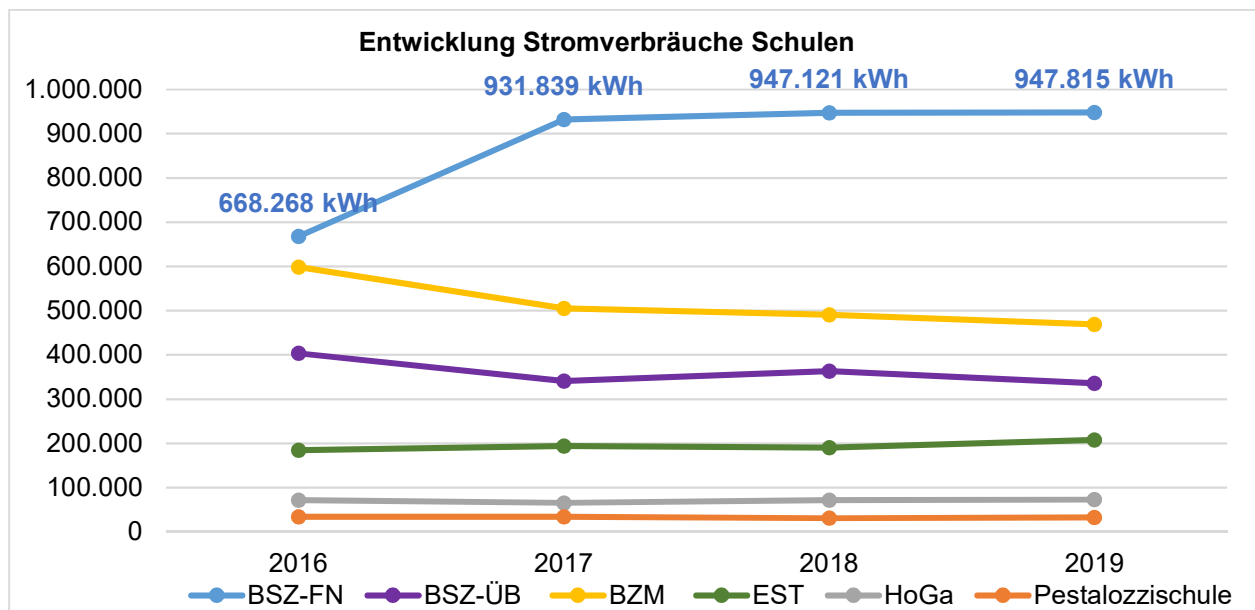


Abbildung 40 Entwicklung der Licht-/Kraftstromverbräuche in den Schulen

Die Stromverbräuche sind in Summe um 1,3% bzw. 28.170 kWh zurückgegangen. Die Reduktion wurde im Berufsschulzentrum Überlingen und im Bildungszentrum Markdorf erreicht.

Die spezifischen Wärme- und Stromverbräuche sind sehr unterschiedlich. Sie sind sowohl von der energetischen Qualität der Gebäudehülle als auch der Qualität der Anlagentechnik und der Nutzung abhängig und zeigen, wo verstärkt Sanierungs- und Optimierungsbedarf besteht.

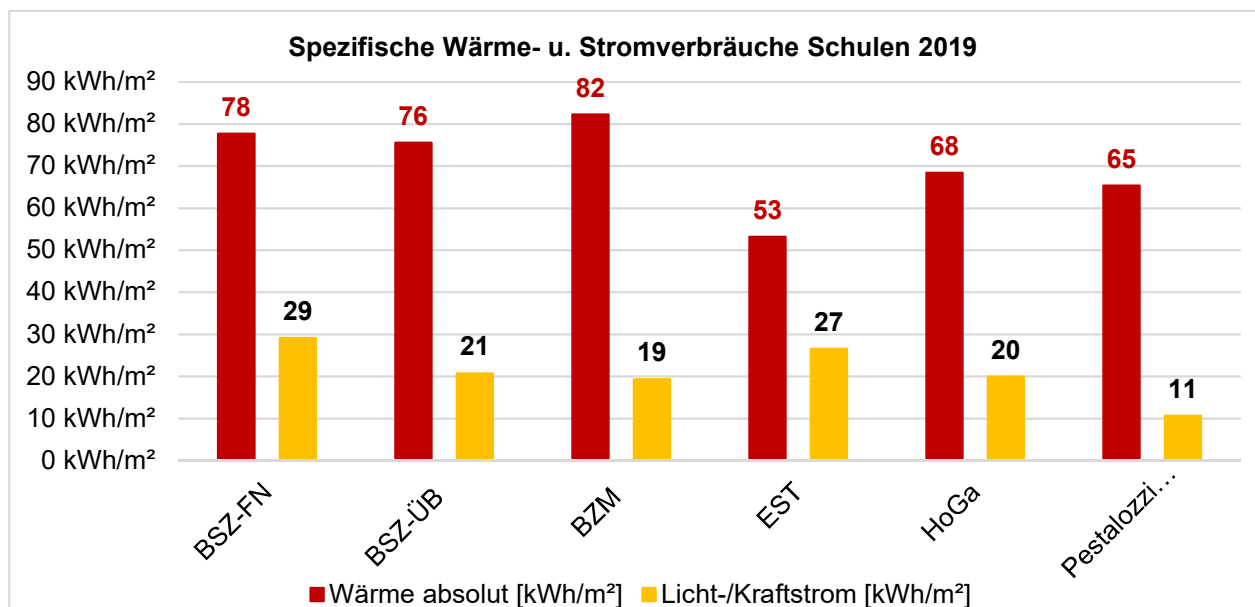


Abbildung 41 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche der Schulen in 2019

Entwicklung der Wasserverbräuche:

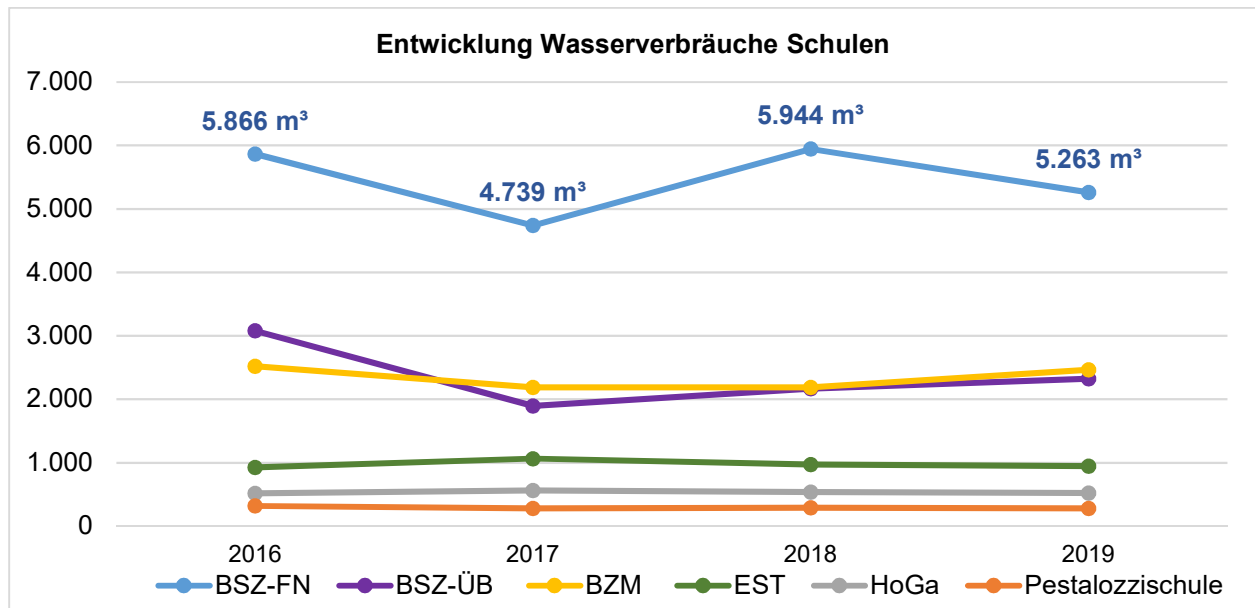


Abbildung 42 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Schulen

Die Wasserverbräuche haben sich in Summe um 2,5% bzw. 298 m³ (dies entspricht dem Jahreswasserbedarf der Pestalozzischule) reduziert. Diese Reduktion ist in dem Verbrauchsrückgang im Schulgebäude des Berufsschulzentrums Friedrichshafen begründet.

Das Berufsschulzentrum Friedrichshafen nimmt mit einer Fläche von 32.350 m² 37% der Gesamtschulflächen ein. Dies schlägt sich in den Verbräuchen nieder, 39% des Gesamtwärmeverbrauchs, 46% des gesamten Stromverbrauchs und 45% des gesamten Wasserverbrauchs entfallen auf diese Liegenschaft.

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

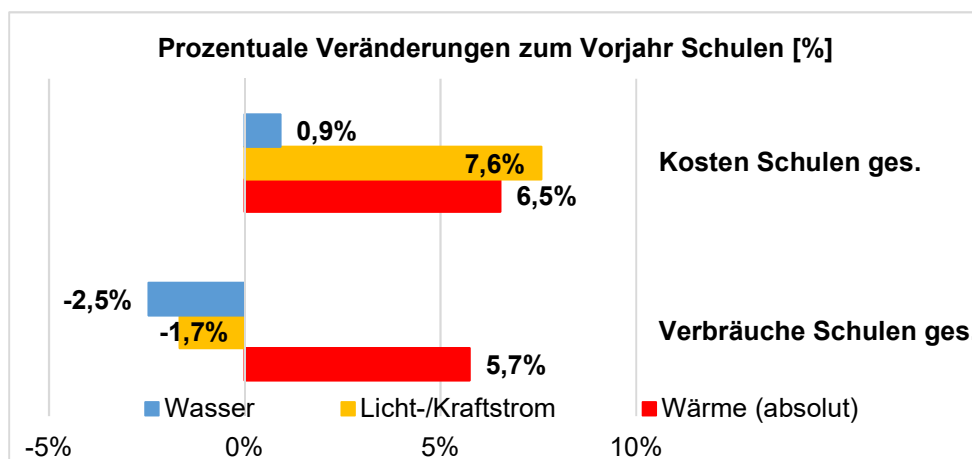


Abbildung 43 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Schulen gesamt im Vergleich zum Vorjahr

Die Versorgungskosten sind in allen Bereichen angestiegen, obwohl der Verbrauch bei Wasser und Licht-/Kraftstrom zurückgegangen ist. Die Kosten für Wärme-/Kälteverbrauch haben sich analog des absoluten Verbrauchs (aufgrund der Witterung) erhöht.

Sporthallen:

Insgesamt gehören vier große Sporthallen, die sowohl zum Schul- als auch zum Vereinssport genutzt werden, zu den kreiseigenen Liegenschaften. Aufgrund der Sondernutzung werden die Verbräuche der Sporthallen hier gesondert und vergleichend dargestellt. Für die Wärmeversorgung der Sporthallen wurden absolut 880.852 kWh benötigt, das sind 598.770 kWh (36,4%) weniger als im Vorjahr. Diese starke Reduktion ist in der Nichtnutzung der Sporthalle I am Bildungszentrum Markdorf begründet.

Der Verbrauchsanstieg in der Sporthalle II am BZM resultiert aus der sehr starken Nutzung der Halle während der Sanierungsarbeiten an der Sporthalle I.

Die folgende Grafik zeigt die Wärmeverbrauchsentwicklung der Sporthallen:

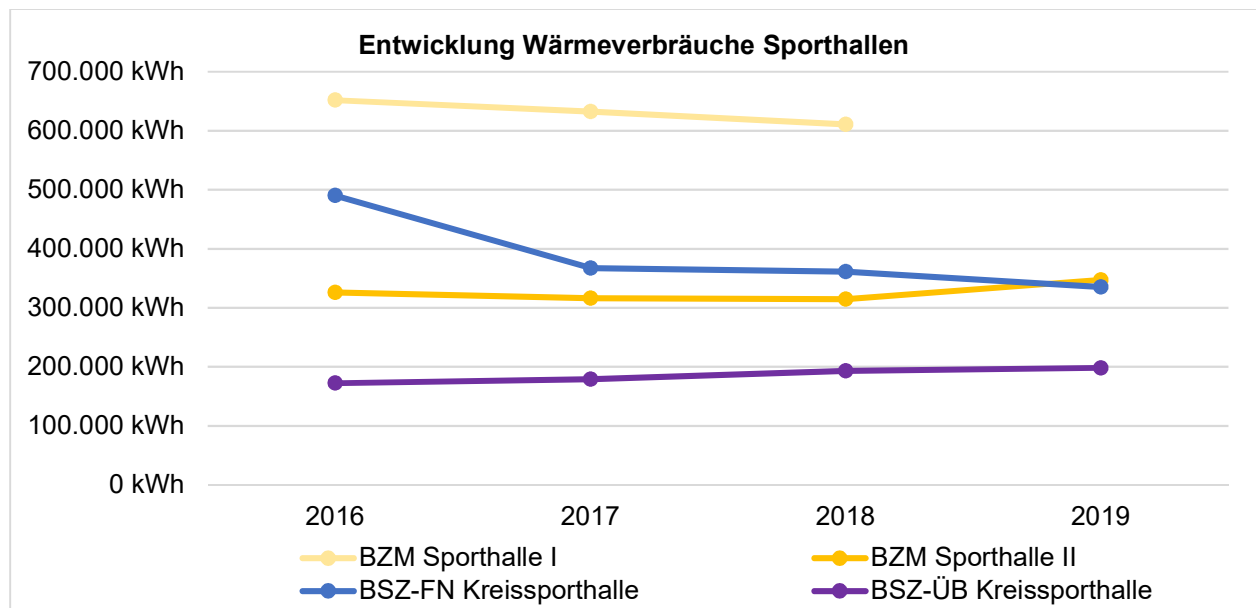


Abbildung 44 Entwicklung der Wärmeverbräuche Sporthallen

Stromverbrauchsentwicklung der Sporthallen.

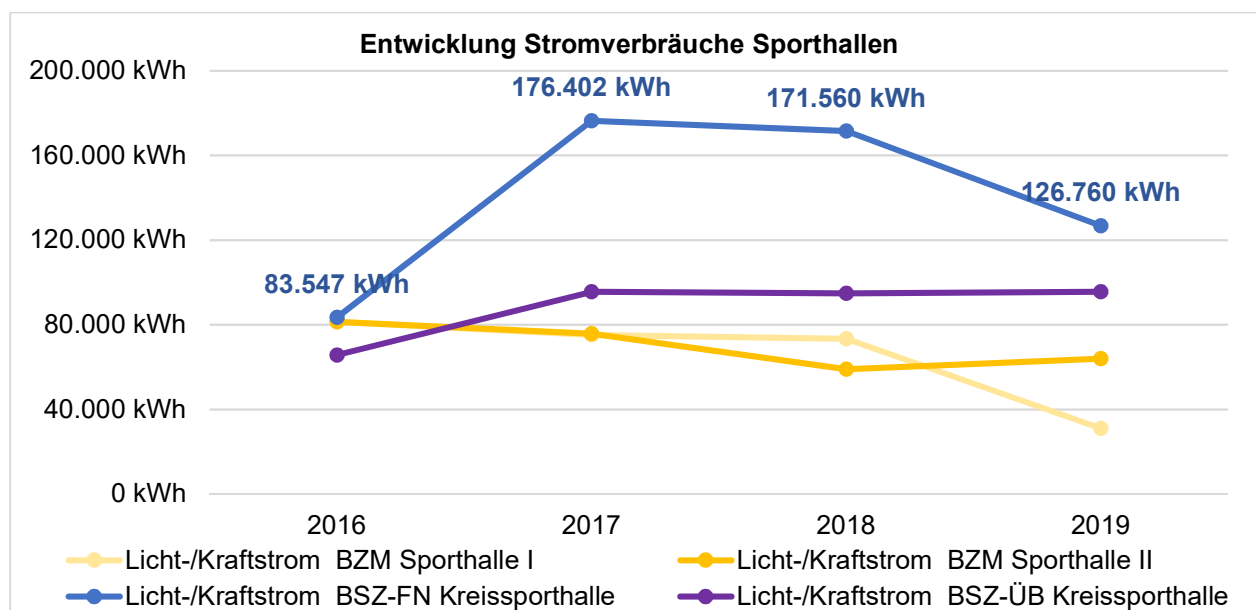


Abbildung 45 Entwicklung der Stromverbräuche in den Sporthallen

Der Stromverbrauch hat sich aufgrund der Nichtnutzung der Sporthalle I in Summe um 81.646 kWh bzw. 20,5% reduziert.

Spezifische Verbräuche der Sporthallen:

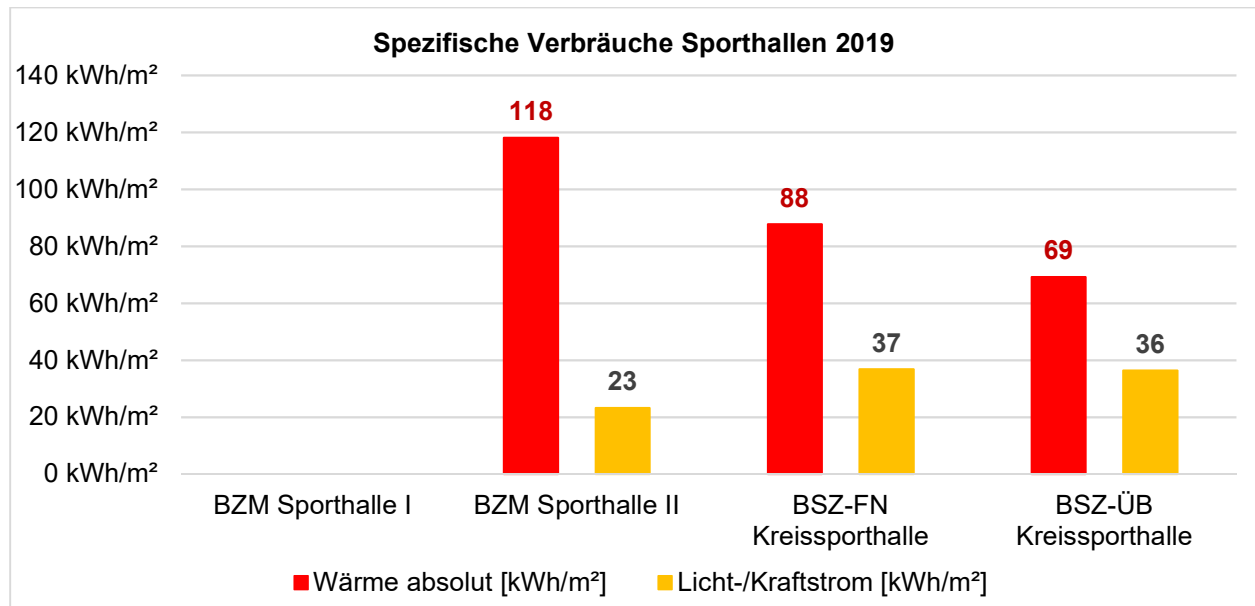


Abbildung 46 Spezifische Energieverbräuche der Sporthallen

Die spezifischen Verbräuche der Sporthallen sind sehr unterschiedlich und für 2019 nur bedingt vergleichbar, da die Sporthalle II am Bildungszentrum Markdorf sehr stark genutzt wurde, mehr als in den Vorjahren.

Entwicklung der Wasserverbräuche der Sporthallen:

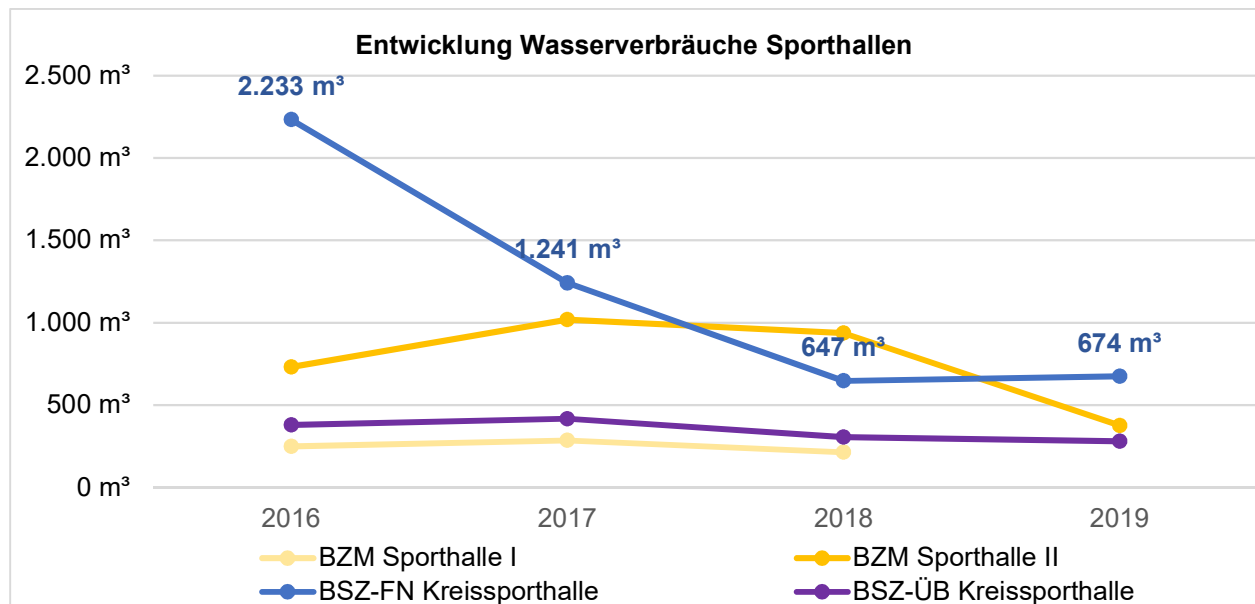


Abbildung 47 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Sporthallen

Die Wasserverbräuche in den Sporthallen sind mit 36,7% deutlich zurückgegangen. Der besonders starke Rückgang in 2018 im Berufsschulzentrum konnte durch die intelligente Sensorik an den Duschköpfen erreicht werden. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

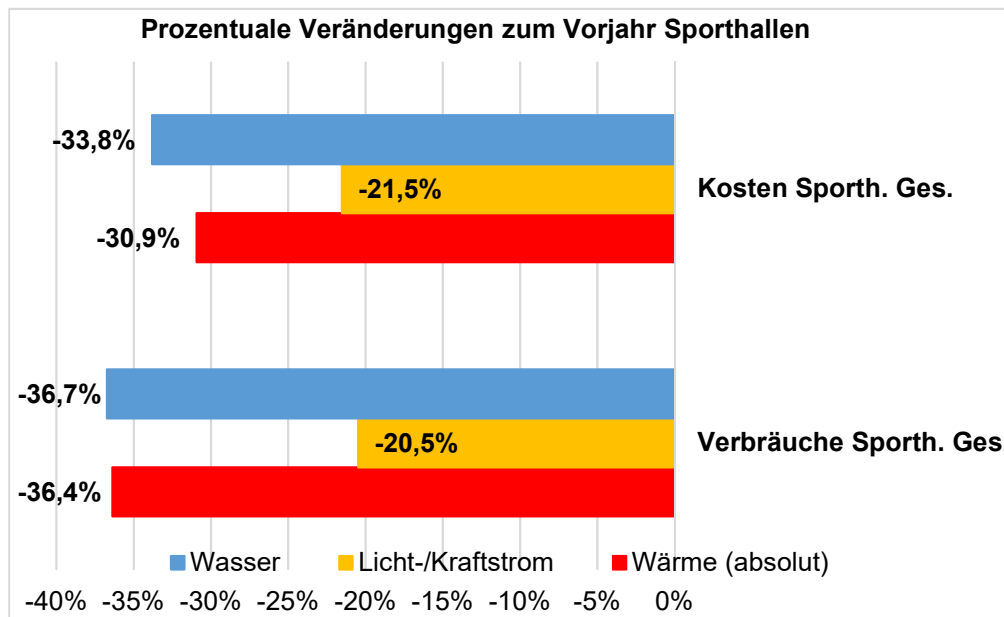


Abbildung 48 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Sporthallen gesamt im Vergleich zum Vorjahr

Da in 2019 nur drei der vier Sporthallen genutzt werden konnten, sind Verbräuche und Verbrauchskosten deutlich geringer als im Vorjahr ausgefallen. Zusätzlich wirken sich die erzielten Einsparungen in der Sporthalle am BSZ-FN (Sanierungsmaßnahme Beleuchtung) aus.

Auf den folgenden Seiten (Kapitel 6.2.1 bis 6.2.6) werden die einzelnen Schulen mit den Verbräuchen der jeweils zugehörigen Gebäude ausführlich dargestellt.

6.2.1 Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ-FN)

Das berufliche Schulzentrum Friedrichshafen umfasst neben dem Zentralgebäude mit Werkstatt, dem Erweiterungsbau mit KFZ-Pavillon, der Sporthalle, den zwei Hausmeisterwohngebäuden noch weitere, untergeordnete Nebengebäude. Die Sporthalle steht sowohl dem Schulsport, als auch dem Vereinssport der Stadt Friedrichshafen und dem Betriebssport des Landratsamtes zur Verfügung.



Die gesamte Liegenschaft wird von der kreiseigenen Wärmeherzeugungsanlage, betrieben von Stadtwerk am See, versorgt. An der Heizzentrale sind weitere Nutzungen, wie der Campingplatz, die Jugendherberge und über ein Fernheizwerk diverse private Wohngebäude angeschlossen. Die benötigte Energie für die Heizung und die Warmwasserherzeugung wird über einen Holzkessel (Holzhackschnitzel), einen Gaskessel und einen Heizölkessel erzeugt. Zwei BHKW (eines von Stadtwerk am See, eines vom Landkreis) ergänzen den Energiemix. Der BHKW-Anteil konnte in 2019 im Vergleich zum Vorjahr gesteigert werden. Zusätzlich wird der Erweiterungsbau mittels einer Geothermieanlage mit Wärme und im Sommer mit Kälte versorgt. Die folgende Grafik zeigt die Verbräuche Wärme¹³, Licht-/Kraftstrom und Wasser der gesamten Liegenschaft im Vergleich:

¹³ Die aus der der Geothermieanlage generierte Wärmemenge ist in den Verbräuchen seit 2017 einbezogen.

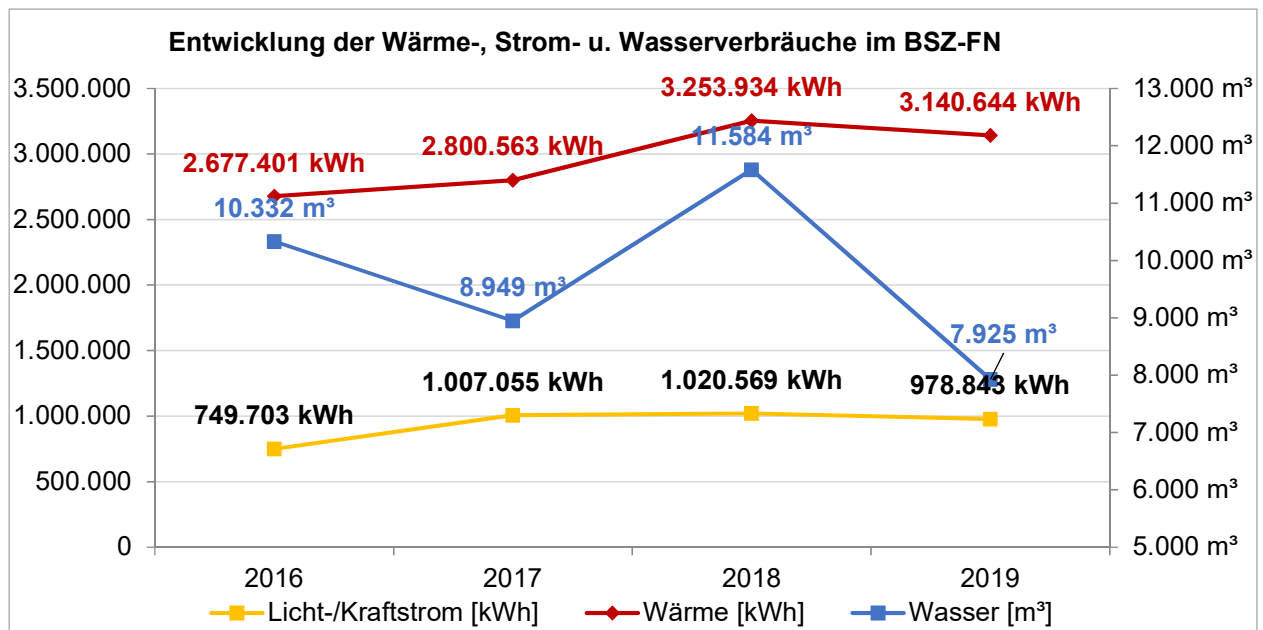


Abbildung 49 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Energiemix aus der Heizzentrale in 2019

Insgesamt wurden für die Liegenschaft 2.640 MWh Wärme aus der Heizzentrale abgenommen. Davon wurden 64% der Energiemenge aus dem Holzkessel, 14% aus dem Gaskessel, 14% aus dem BHKW und 5% aus dem Heizölkessel gewonnen.

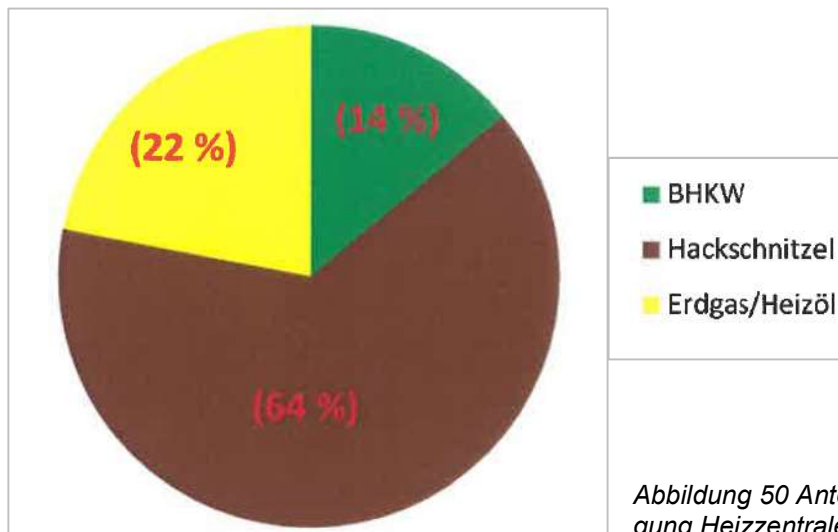


Abbildung 50 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See

Zusätzlich wurden für den Erweiterungsbau 189.200 kWh Wärmemenge aus der Geothermie mittels Wärmepumpe generiert. Der gesamte Wärmeverbrauch der Liegenschaft liegt absolut bei 2.829.409 kWh, witterungsbereinigt bei 3.140.644 kWh und ist im Vergleich zum Vorjahr absolut um 4,3% angestiegen, witterungsbereinigt hat er sich um 3,5% verringert.

Der Stromverbrauch für die gesamte Liegenschaft ist um 4,1% (41.726 kWh) gesunken. Die Einsparung, die durch die Umstellung der Beleuchtung auf LED mit Präsenzmeldern in der Sporthalle erzielt wurde, wirkt sich aufgrund der defekten Außenbeleuchtung in Summe nicht in voller Höhe aus. Die Wasserverbräuche in der gesamten Liegenschaft einschließlich Sportplatz sind im Vergleich zum Vorjahr um 31,6% (3.659 m³) gesunken. Dieser Minderverbrauch ist auf

die Optimierung der Sportplatzbewässerung (- 3.005 m³) und den Einbau der Sensoren in allen Urinalspülungen (- 654 m³) zurückzuführen.

Im Folgenden werden die Verbräuche der einzelnen Gebäude der Liegenschaft dargestellt.

Berufsschulzentrum Friedrichshafen Hauptgebäude (Schulen, Kreismedienzentrum, Cafeteria)			
Baujahr 1984		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	20.140	Anzahl Regelungsgruppen	18
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Nutzer	3813	Absenkung täglich in h	10
Windfang vorhanden	ja	Thermostatventile	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Abluftanlage Küche	
Zirkulation Warmwasser	nein		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			
Abendschule in Teilgebäuden bis 22.00 Uhr			

Entwicklung der Verbräuche im Hauptgebäude:

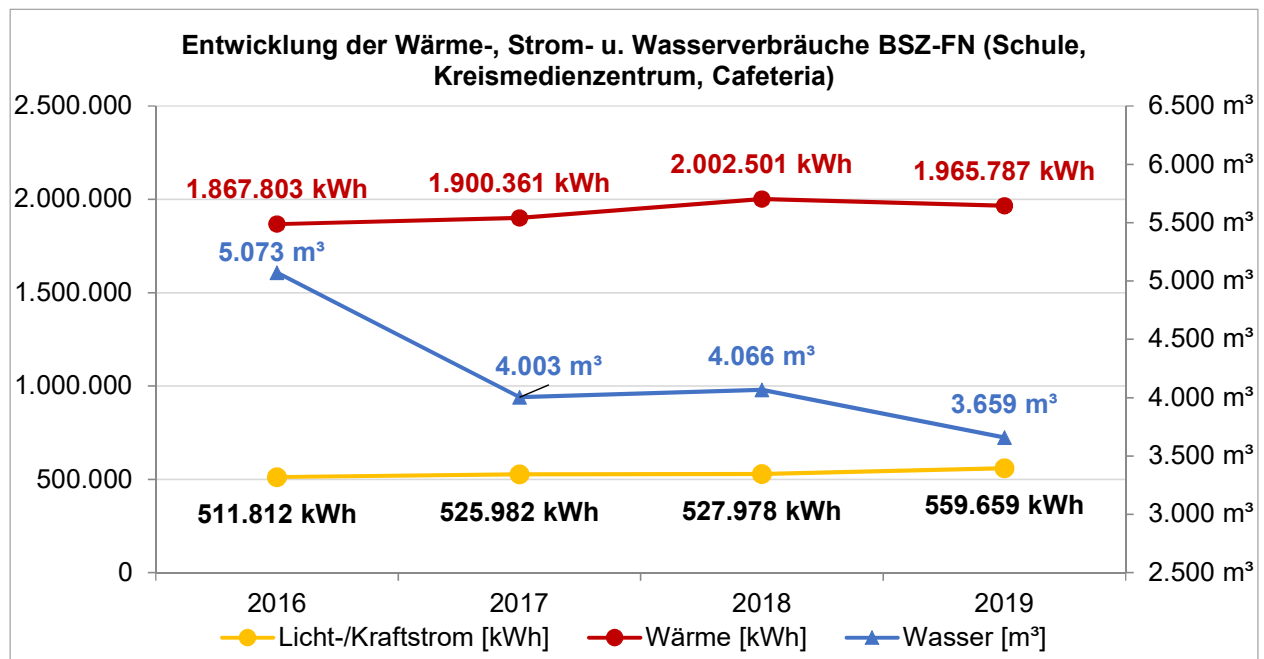


Abbildung 51 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche Berufsschulzentrum FN Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Absolut hat sich der Wärmeverbrauch um 6,1% erhöht, witterungsbereinigt ist er jedoch um 1,8% zurückgegangen.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.770.980	1.965.787	01.01.2019	31.12.2019	120.728
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.668.751	2.002.501	01.01.2018	31.12.2018	117.726
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.809.868	1.900.361	01.01.2017	31.12.2017	120.085
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	1.762.078	1.867.803	01.01.2016	31.12.2016	115.049

Der Stromverbrauch ist mit 31.681 kWh um 6% angestiegen. Der Anstieg ist auf die defekte Außenbeleuchtung, die 2019 noch über den Zähler des Hauptgebäudes erfasst wurde, zurückzuführen.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	559.659	01.01.2019	31.12.2019	131.300
2018	kWh	527.978	01.01.2018	31.12.2018	109.547
2017	kWh	525.982	01.01.2017	31.12.2017	107.851
2016	kWh	511.812	01.01.2016	31.12.2016	102.811

Der Wasserverbrauch hat sich aufgrund der Optimierung der Urinalspülungen um 10% reduziert.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	3.659	01.01.2019	31.12.2019	15.573
2018	m³	4.066	01.01.2018	31.12.2018	16.856
2017	m³	4.003	01.01.2017	31.12.2017	15.836
2016	m³	5.073	01.01.2016	31.12.2016	19.573

Berufsschulzentrum Friedrichshafen - Erweiterungsbau			
Baujahr 2009		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	6.390	Anzahl Regelungsgruppen	6
Qualität Wärmedämmung	gut	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	13
Warmwasserversorgung	dezentral	Thermostatventile	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Lüftungsanlage	ja
		Wärmerückgewinnung	ja
Wärmepumpe zur Geothermienutzung, versorgt Deckenheizung (Betonteilaktivierung)			
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			

Entwicklung der Verbräuche im Erweiterungsbau:

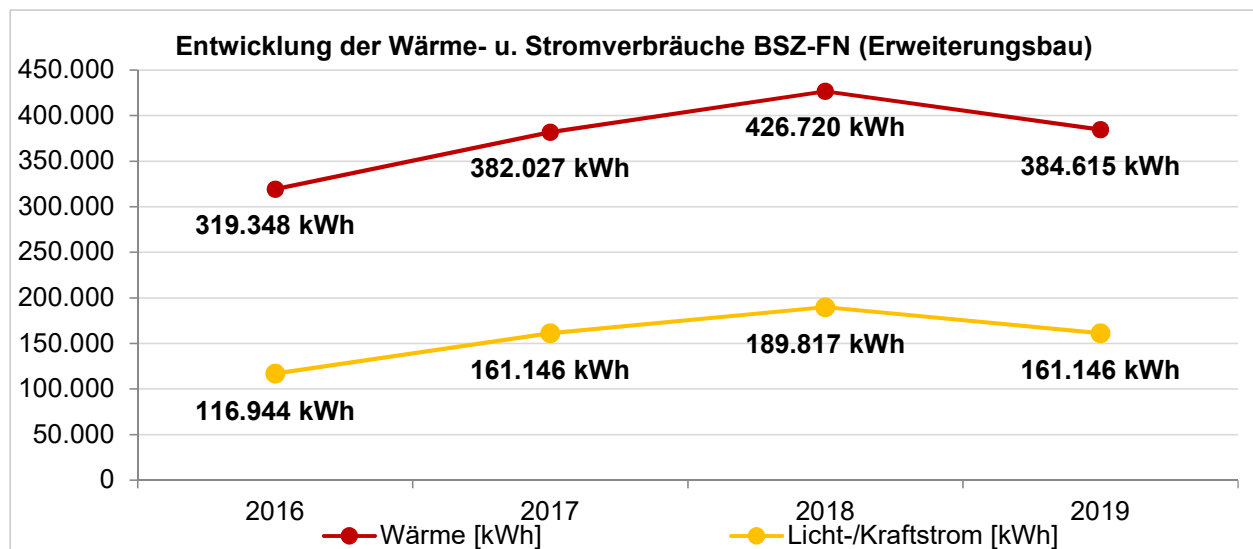


Abbildung 52 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Erweiterungsbau (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Insgesamt hat sich der Wärme- u. Kälteverbrauch absolut um 2,6% reduziert, witterungsbereinigt um 9,8% (-42.105 kWh). Der Wärmeverbrauch aus der Heizzentrale hat sich um 21,5% reduziert, aus der Geothermieanlage konnten 21,9% mehr Wärme und Kälte als im Vorjahr generiert werden.

Wärmeversorgung (aus Heizzentrale)							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	157.300	174.603	01.01.2019	31.12.2019	12.898
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	200.400	240.080	01.01.2018	31.12.2018	14.138
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	219.935	230.932	01.01.2017	31.12.2017	14.594
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	217.100	230.126	01.01.2016	31.12.2016	14.175
2017	Erdwärme	kWh	143.900	151.095	01.01.2017	31.12.2017	6.241
2016	Erdwärme	kWh	84.172	89.222	01.01.2016	31.12.2016	7.513

Wärme- und Kälteversorgung (Geothermie)							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdwärme	kWh	189.200	210.012	01.01.2019	31.12.2019	7.518
2018	Erdwärme	kWh	155.200	186.240	01.01.2018	31.12.2018	6.494
2017	Erdwärme	kWh	143.900	151.095	01.01.2017	31.12.2017	6.241
2016	Erdwärme	kWh	84.172	89.222	01.01.2016	31.12.2016	7.513

Wärme- u. Kälteversorgung Neubau gesamt							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	346.500	384.615	01.01.2019	31.12.2019	20.416
2018	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	355.600	426.720	01.01.2018	31.12.2018	20.631
2017	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	363.835	382.027	01.01.2017	31.12.2017	20.835
2016	Holz, Gas, Öl, Geothermie	kWh	301.272	319.348	01.01.2016	31.12.2016	14.175

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	161.146	01.01.2019	31.12.2019	37.806
2018	kWh	189.817	01.01.2018	31.12.2018	39.292
2017	kWh	152.457	01.01.2017	31.12.2017	31.261
2016	kWh	116.944	01.01.2016	31.12.2016	23.491

Der Stromverbrauch (incl. Wärmepumpenstrom) ist im Vergleich zum Vorjahr um 28.671 kWh (15,18%) zurückgegangen. 748 kWh Mehrverbrauch sind für den Betrieb der Wärmepumpe (Geothermieanlage) angefallen. Die angeführten Kosten für den Wärmepumpenstrom sind in den Gesamtkosten der Licht-/Kraftstromversorgung enthalten.

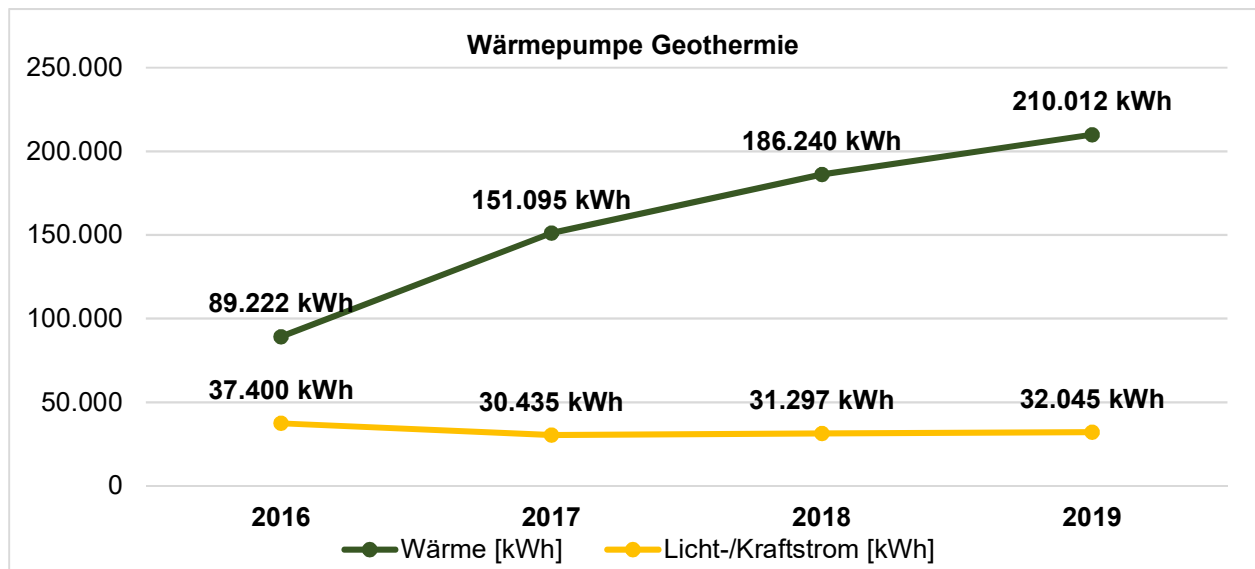


Abbildung 53 Entwicklung der Energieerträge und des Energieinputs Geothermieanlage

Die Wärmepumpe für die Geothermieanlage hat im Vergleich zu 2018 2,4% mehr Strom benötigt und dafür 21,9% mehr Wärme und Kälte geliefert.

Licht-/Kraftstromversorgung (Wärmepumpe Geothermie)					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	32.045	01.01.2019	31.12.2019	7.518
2018	kWh	31.297	01.01.2018	31.12.2018	6.494
2017	kWh	30.435	01.01.2017	31.12.2017	6.241
2016	kWh	37.400	01.01.2016	31.12.2016	7.513

Der Wasserverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr kaum verändert.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	746	01.01.2019	31.12.2019	3.179
2018	m³	750	01.01.2018	31.12.2018	3.107
2017	m³	735	01.01.2017	31.12.2017	2.909
2016	m³	793	01.01.2016	31.12.2016	2.696

Berufsschulzentrum Friedrichshafen - Werkstatt			
Baujahr 1984		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	6.000	Anzahl Regelungsgruppen	5
Qualität Wärmedämmung	mittel	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	12
Warmwasserversorgung	zentral	Thermostatventile	ja
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	ja
		Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 16.45 Uhr			

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Gesamtverbräuche in der Werkstatt:

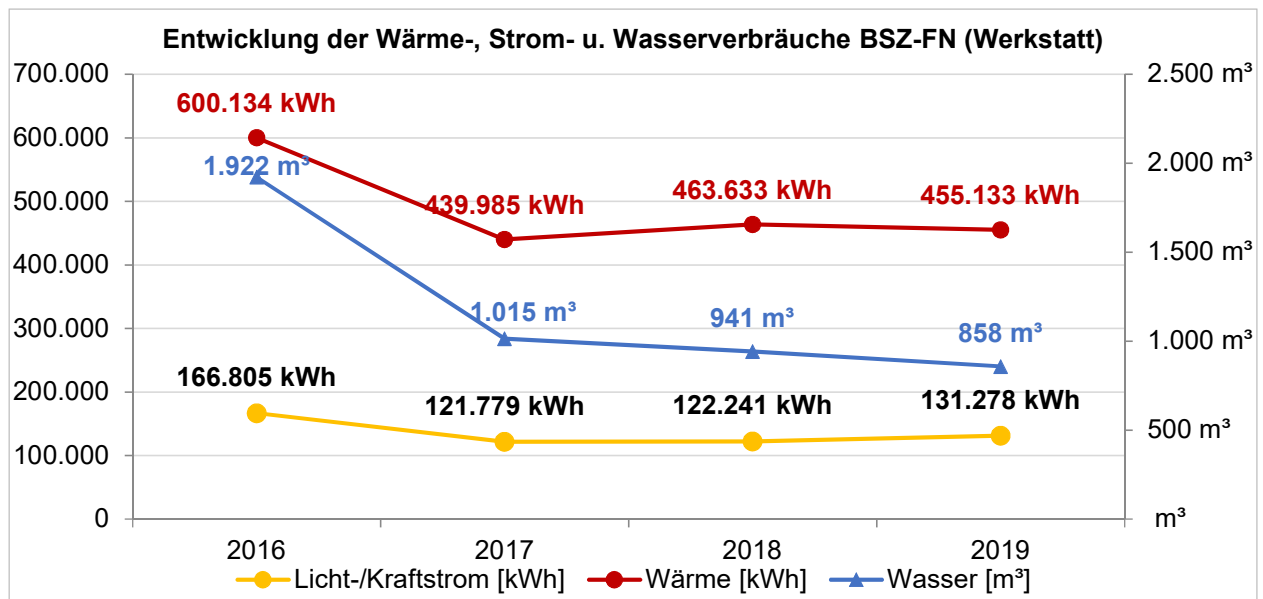


Abbildung 54 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche Berufsschulzentrum FN Werkstatt (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch ist absolut mit 23.669 kWh um 6,1% angestiegen, witterungsbereinigt hat er sich jedoch um 1,8% reduziert.

Wärmeversorgung

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	410.030	455.133	01.01.2019	31.12.2019	27.951
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	386.361	463.633	01.01.2018	31.12.2018	27.257
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	419.033	439.985	01.01.2017	31.12.2017	27.803
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	566.164	600.134	01.01.2016	31.12.2016	36.966

Der Stromverbrauch ist mit 7,4% deutlich angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	131.278	01.01.2019	31.12.2019	30.799
2018	kWh	122.241	01.01.2018	31.12.2018	25.363
2017	kWh	121.779	01.01.2017	31.12.2017	24.970
2016	kWh	166.805	01.01.2016	31.12.2016	33.507

Der Wasserverbrauch ist um 8,8% zurückgegangen, auch hier auf den Einbau der Sensoren an den Urinalspülungen im Sommer 2018 zurückzuführen.

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	858	01.01.2019	31.12.2019	3.659
2018	m³	941	01.01.2018	31.12.2018	3.903
2017	m³	1.015	01.01.2017	31.12.2017	4.015
2016	m³	1.922	01.01.2016	31.12.2016	6.535

Berufsschulzentrum Friedrichshafen - Sporthalle			
Baujahr 1984		Wärmeversorgung über Heizzentrale	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	3.440	Anzahl Regelungsgruppen	4
Qualität Wärmedämmung	mittel	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Windfang vorhanden	ja	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	zentral	Thermostatventile	ja
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	ja
Beregnung Außenanlagen	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.00 Uhr bis 22.00 Uhr			
Teilweise Wochenendnutzung			

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Gesamtverbräuche in der Werkstatt:

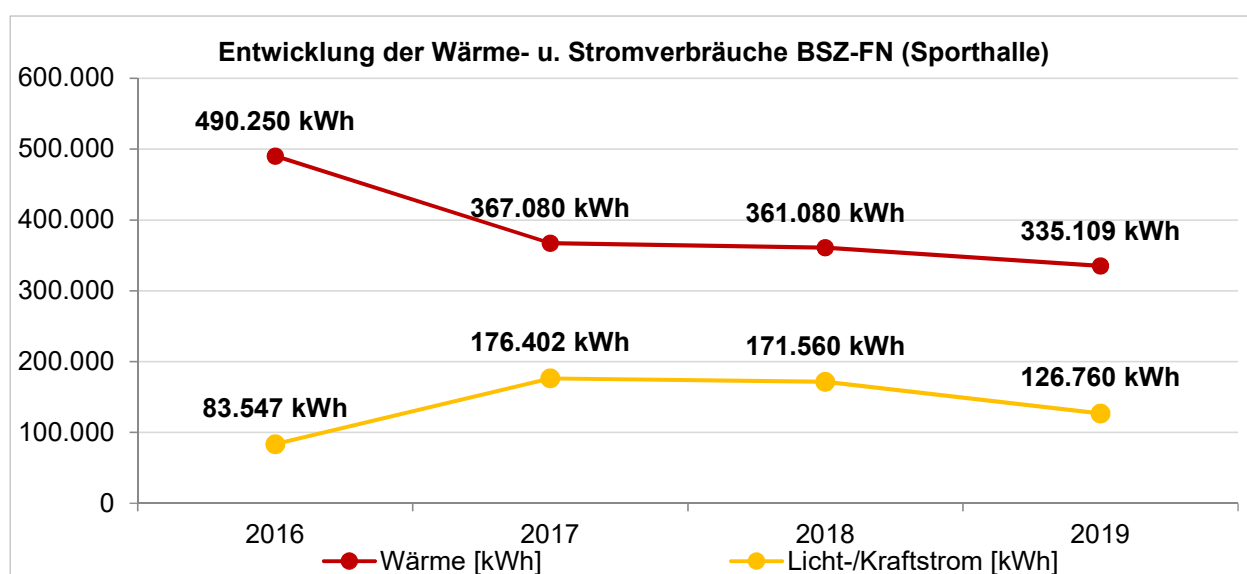


Abbildung 55 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Die Wärmeverbräuche in der Sporthalle sind absolut leicht angestiegen, witterungsbereinigt haben sie sich jedoch um 7,2% reduziert.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas, Holz, Öl	kWh	301.900	335.109	01.01.2019	31.12.2019	20.581
2018	Erdgas, Holz, Öl	kWh	300.900	361.080	01.01.2018	31.12.2018	21.228
2017	Erdgas, Holz, Öl	kWh	349.600	367.080	01.01.2017	31.12.2017	23.198
2016	Erdgas, Holz, Öl	kWh	462.500	490.250	01.01.2016	31.12.2016	30.197

Die Stromverbräuche der Sporthalle konnten durch die Umstellung der Beleuchtung auf LED-Technik in Kombination mit Präsenzmeldern um 26,1% bzw. 44.800 kWh reduziert werden. 37.000 kWh Einsparung sind auf die Leuchtkörper und 7.800 kWh auf die Ausblendung des Nutzerfehlverhaltens zurückzuführen. Durch die Präsenzmelder werden nur noch die Hallenteile, Umkleiden und Duschen beleuchtet, die in Nutzung sind. Die Beleuchtung der Außentribüne wird getrennt und nur nach Bedarf geschaltet.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	126.760	01.01.2019	31.12.2019	29.739
2018	kWh	171.560	01.01.2018	31.12.2018	35.596
2017	kWh	176.402	01.01.2017	31.12.2017	36.171
2016	kWh	83.547	01.01.2016	31.12.2016	16.782

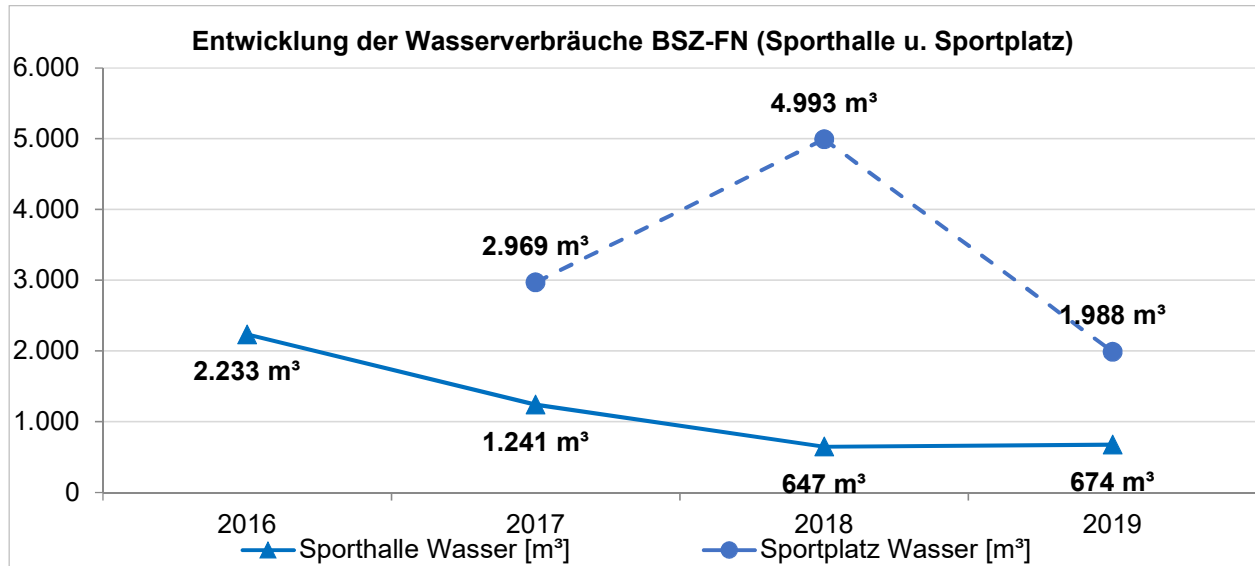


Abbildung 56 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Sporthalle

Der Wasserverbrauch in der Sporthalle ist mit 27 m³ bzw. 4,3% leicht angestiegen.

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	674	01.01.2019	31.12.2019	2.875
2018	m³	647	01.01.2018	31.12.2018	2.680
2017	m³	1.241	01.01.2017	31.12.2017	4.911
2016*	m³	2.233	01.01.2016	31.12.2016	5.266

* incl. Sportplatzbewässerung für einige Monate

Der Wasserverbrauch zur Bewässerung des Sportplatzes konnte trotz des trockenen Sommers mit 3.005 m³ deutlich - um 60% - reduziert werden.

Wasserversorgung Sportplatz

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	1.988	01.01.2019	31.12.2019	4.580
2018	m³	4.993	01.01.2018	31.12.2018	10.330
2017	m³	2.969	01.01.2017	31.12.2017	5.964

Spezifische Verbräuche der einzelnen Gebäude:

Spezifische Verbräuche Altbau Schule, Cafeteria und Kreismedienzentrum in 2019		
Wärme	88 kWh/m ²	
Strom	28 kWh/m ³	
Wasser in Liter/Nutzer (Person)	960 l/Pa	
Spezifische Verbräuche Erweiterungsbau in 2018		
Wärme	54 kWh/m ²	
Strom	30 kWh/m ³	
Spezifische Verbräuche Werkstatt in 2018		
Wärme	68 kWh/m ²	
Strom	22 kWh/m ³	
Spezifische Verbräuche Sporthalle in 2018		
Wärme	88 kWh/m ²	
Strom	37 kWh/m ³	
Wasser in Liter/m ² Fläche	196 l/m ² u. Jahr	

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Friedrichshafen 2019

Sämtliche Urinalsteuerungen (66 Stück) wurden im Sommer 2018 mit intelligenter Annäherungselektronik ausgestattet, hierdurch wird die gesetzlich vorgeschriebene Hygienespülung wassersparend durchgeführt. Diese Maßnahme kam 2019 voll zum Tragen und zeigt sich im verringerten Wasserverbrauch.

Die Innenbeleuchtung der Sporthalle wurde in 2018 auf LED-Technik umgerüstet und mit Bewegungsmeldern ausgestattet, dies führt zu erheblichen Stromeinsparungen.

Die defekte Außenbeleuchtung an den Parkplätzen verursachte auch in den ersten Monaten des Jahres wieder erhöhte Stromverbräuche. Durch die desolaten Leitungstrassen im Erdreich war es nicht mehr möglich, die Außenbeleuchtung den vielfältigen Schaltungsanforderungen gemäß zu betreiben. Die Beleuchtung konnte nur noch an- bzw. abgeschaltet werden. Diese Methodik führte zu wesentlich längeren Betriebsdauern und in Verbindung mit den alten, stromfressenden HQL-Leuchtmitteln zu deutlich erhöhten Stromkosten. Die Sanierung wurde im Sommer 2019 realisiert, die Stromeinsparungen werden sich bei Auswertung der Jahresverbräuche 2020 zeigen.

Sämtliche beschädigte Außenverglasungen werden ständig getauscht und mit einer deutlich besseren energetischen Qualität ersetzt, somit verringern sich die Wärmeverluste über die Glasflächen des Gebäudes.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Hauptgebäude	1.770.980	120.728	559.659	131.300	3.659	15.597	20.140	267.626
Erweiterungs- bau	346.500	20.416	161.146	37.806	746	3.179	6.390	61.401
Werkstatt	410.029	27.952	131.278	30.799	858	3.659	6.000	62.409
Sporthalle	301.900	20.581	126.760	29.739	674	2.875	3.440	53.194
Sportplatz					1.988	4.580	3.252	4.580
Summe	2.829.409	189.677	978.843	229.644	7.925	29.890	40.222	449.210

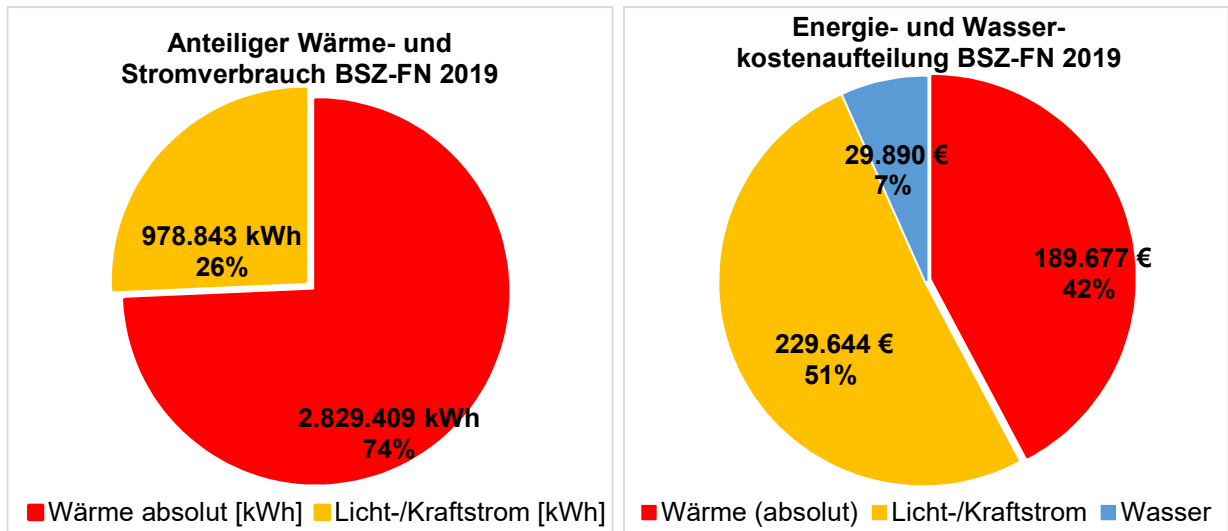


Abbildung 57 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-FN 2019
 Abbildung 58 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-FN 2019

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

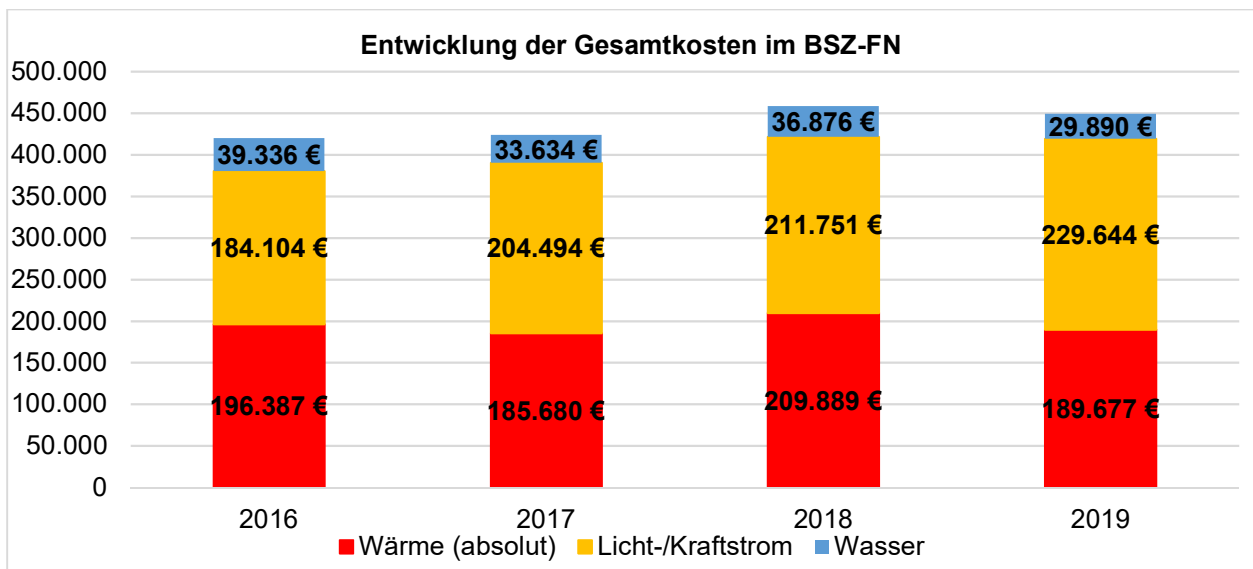


Abbildung 59 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ-FN

Insgesamt haben sich die Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr minimal reduziert. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

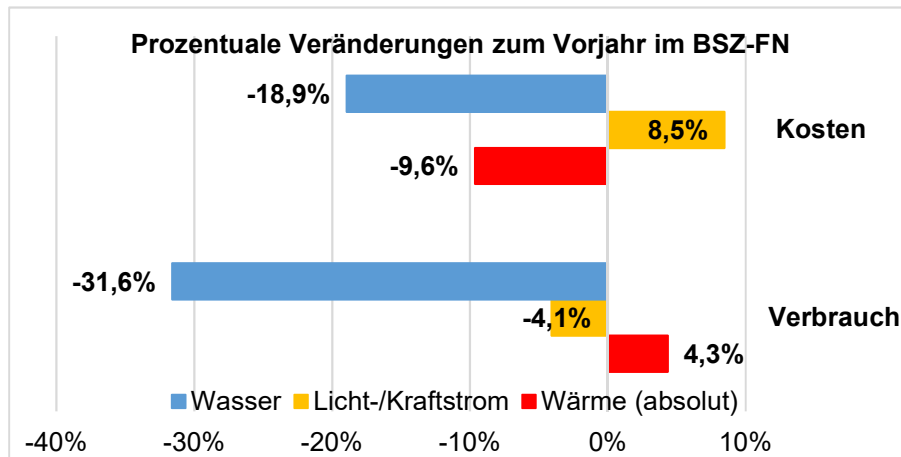


Abbildung 60 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-FN im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

Zusammenfassend ist für das Berufsschulzentrum Friedrichshafen festzustellen, dass im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 4,3% angestiegen ist, sich unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung jedoch um 3,5% reduziert hat,
- der Stromverbrauch um 4,1% zurückgegangen ist,
- der Wasserverbrauch aufgrund der deutlichen Verringerung bei der Sportplatzbewässerung, den Maßnahmen an den Urinalspülungen und den Duschen in der Sporthalle in 2018 um knapp 32% reduziert wurde und
- die Umstellung der Sporthallenbeleuchtung zu deutlichen Stromeinsparungen geführt hat.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Die Sanierung der sehr alten und überdimensionierten Lüftungsanlage in der Sporthalle würde zu erheblichen Energieeinsparungen führen.

Die Umrüstung der Beleuchtung auf LED-Technik in allen Klassenräumen würde zu deutlichen Stromeinsparungen führen.

Die Erneuerung der Nahwärmeleitung im Medienkanal sowie der Einbau von Wärmetauschern für die einzelnen Gebäude würde die Wärmeverluste deutlich verringern und zu Energieeinsparungen im Bereich Wärme führen.

6.2.2 Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ-ÜB)



Constantin-Vanotti-Schule



Justus-von-Liebig-Schule



Jörn-Zürn-Gewerbeschule Werkstatt



Jörn-Zürn-Gewerbeschule

Zur gesamten Liegenschaft gehören drei Schulgebäude, ein Werkstattgebäude sowie eine Sporthalle. Die Sporthalle wird vom Berufsschulzentrum, dem Gymnasium der Stadt Überlingen sowie für den Vereinssport der Stadt genutzt.

Die Verbräuche der einzelnen Gebäude werden seit 2017 über mehrere Zählpunkte ermittelt, dadurch wurden die Verbräuche nur noch teilweise nach Quadratmetern bzw. Nutzern berechnet. Dies führt stellenweise zu starken Veränderungen im Vergleich zu den Vorjahren. Die Verbräuche der einzelnen Gebäude werden der Vollständigkeit wegen trotzdem dargestellt, sind aber mit den Werten vor 2017 nicht vergleichbar.

Die Wärmeversorgung der gesamten Liegenschaft erfolgt mit den Gaszentralheizungen der Justus-von-Liebig- und der Jörn-Zürn-Schule.

Insgesamt wurden 2019 für die Liegenschaft 1.405.867 kWh Wärme benötigt. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Verbrauch absolut um 4,3% angestiegen, witterungsbereinigt hat er sich um 2,8% verringert.

Der Stromverbrauch für die gesamte Liegenschaft ist um 5,9% gesunken. Die Wasserverbräuche in der gesamten Liegenschaft sind im Vergleich zum Vorjahr um 5,4% angestiegen.

Die folgende Grafik zeigt die Verbräuche der gesamten Liegenschaft im Vergleich:

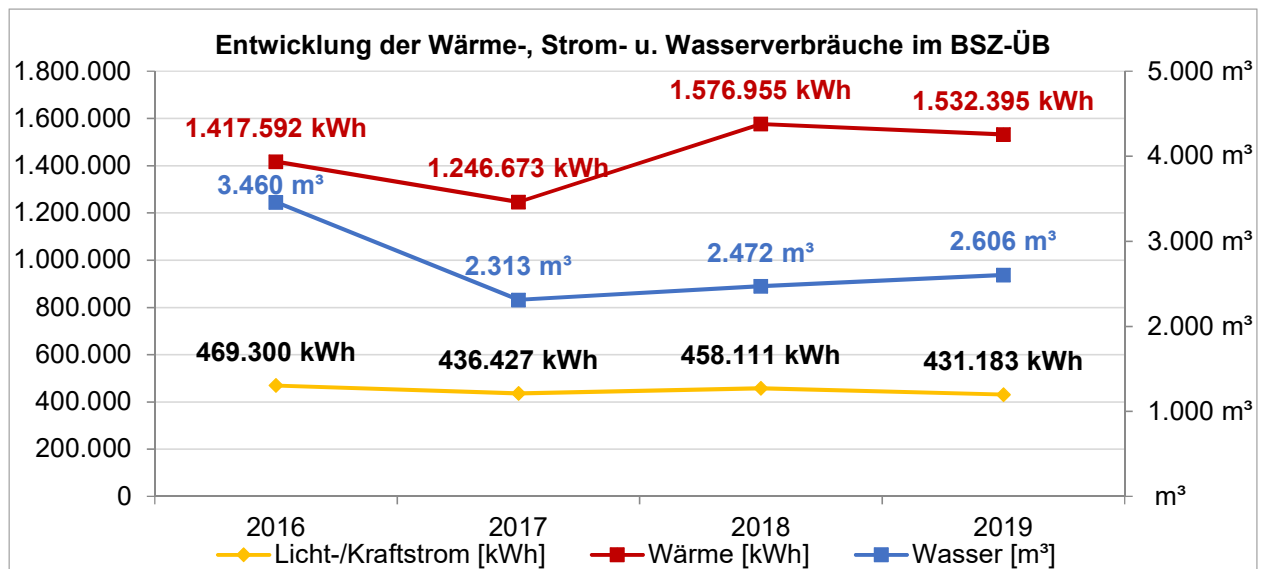


Abbildung 61 Entwicklung der Verbräuche Berufsschulzentrum ÜB, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Im Folgenden werden die Verbräuche der einzelnen Gebäude der Liegenschaft dargestellt.

Berufsschulzentrum Überlingen – Kaufmännische Berufsschule (CVS)			
Baujahr 1987		Wärmeversorgung über Justus-von-Liebig Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	4.955	Anzahl Regelungsgruppen	3
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Nutzer	716	Absenkung täglich in h	8
Windfang vorhanden	ja	Einzelraumregelung	ja
Anzahl Aufzüge	2	Abluftanlage Sanitär u. Küche	
Warmwasserversorgung	dezentral		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 22.00 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Gesamtverbräuche der Constantin-Vanotti-Schule werden in der folgenden Grafik gezeigt:

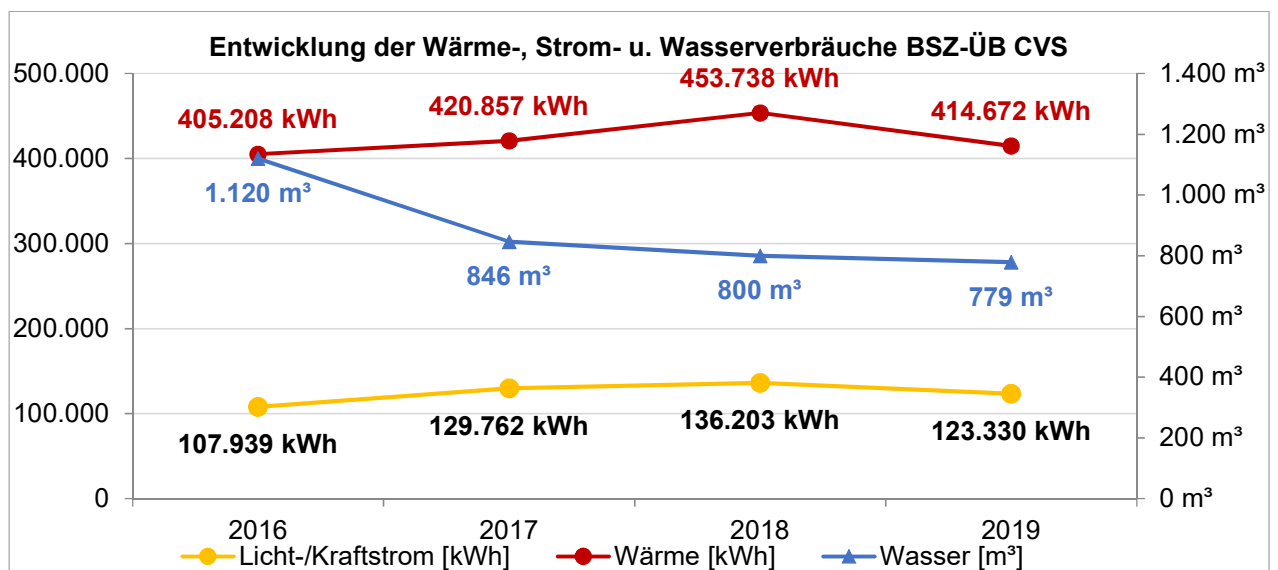


Abbildung 62 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB CVS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch hat sich absolut und witterungsbereinigt verringert.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	380.433	414.672	01.01.2019	31.12.2019	19.269
2018	Erdgas	kWh	387.810	453.738	01.01.2018	31.12.2018	19.668
2017	Erdgas	kWh	408.599	420.857	01.01.2017	31.12.2017	21.583
2016	Erdgas	kWh	389.623	405.208	01.01.2016	31.12.2016	20.943

Der Stromverbrauch ist nach einem Anstieg in 2018 im Jahr 2019 um 9,5% gesunken.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	123.330	01.01.2019	31.12.2019	26.372
2018	kWh	136.203	01.01.2018	31.12.2018	28.318
2017	kWh	129.762	01.01.2017	31.12.2017	26.519
2016	kWh	107.939	01.01.2016	31.12.2016	21.658

Der Wasserverbrauch hat sich um 21 m³ bzw. 2,6% geringfügig reduziert.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	779	01.01.2019	31.12.2019	3.185
2018	m³	800	01.01.2018	31.12.2018	3.161
2017	m³	846	01.01.2017	31.12.2017	3.220
2016	m³	1.120	01.01.2016	31.12.2016	4.999

Berufsschulzentrum Überlingen – Berufsschule für Hauswirtschaft (JvLS)			
Baujahr 1959		Kesselleistung in kW	640
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	2.662	Abgasverluste in %	8
Qualität Wärmedämmung	mittel	Baujahr Heizungsanlage	2010
Hausmeisterbetreuung	ja	Anzahl Regelungsgruppen	4
Anzahl Nutzer	570	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	2	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	dezentral	Einzelraumregelung	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Abluftanlage. Küche	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Gesamtverbräuche der Justus-von-Liebig-Schule werden in der folgenden Grafik gezeigt:

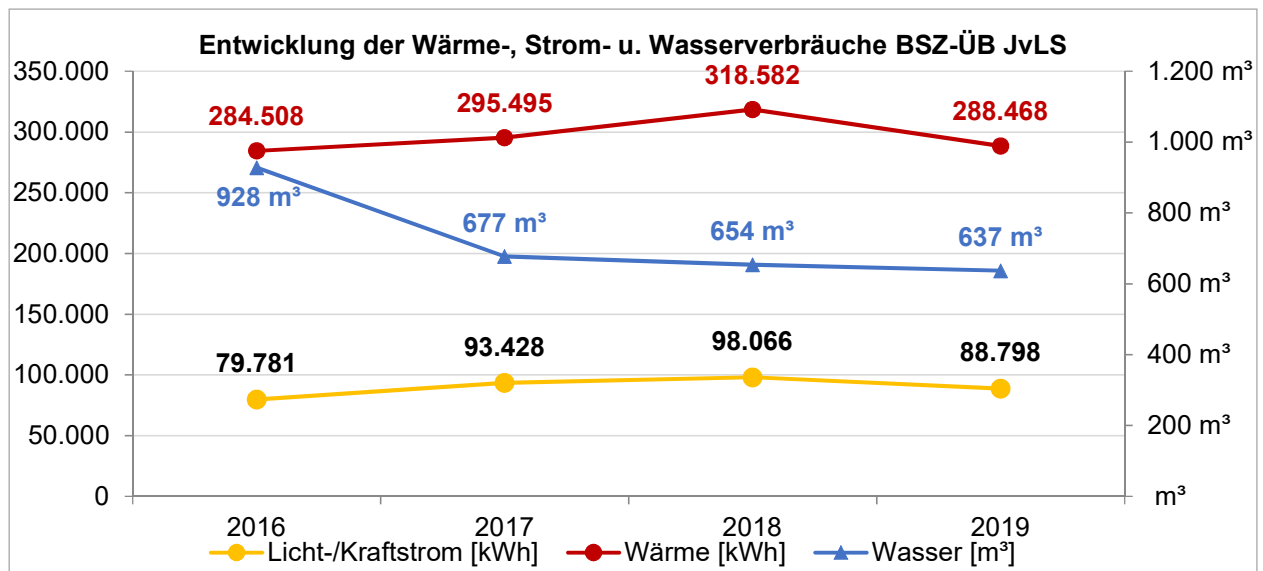


Abbildung 63 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB JvLS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch hat sich absolut um 2,8%, witterungsbereinigt um 9,5% verringert.

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	264.649	288.468	01.01.2019	31.12.2019	14.418
2018	Erdgas	kWh	272.292	318.582	01.01.2018	31.12.2018	13.809
2017	Erdgas	kWh	286.888	295.495	01.01.2017	31.12.2017	15.154
2016	Erdgas	kWh	273.565	284.508	01.01.2016	31.12.2016	14.705

Der Stromverbrauch ist um 9,5% gesunken.

Licht-/Kraftstromversorgung						
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]	
2019	kWh	88.798	01.01.2019	31.12.2019	18.988	
2018	kWh	98.066	01.01.2018	31.12.2018	20.389	
2017	kWh	93.428	01.01.2017	31.12.2017	19.094	
2016	kWh	79.781	01.01.2016	31.12.2016	16.008	

Die Wasserverbräuche haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 2,6% verringert.

Wasserversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	637	01.01.2019	31.12.2019	2.574
2018	m³	654	01.01.2018	31.12.2018	2.586
2017	m³	677	01.01.2017	31.12.2017	2.574
2016	m³	928	01.01.2016	31.12.2016	4.053

Berufsschulzentrum Überlingen – Gewerbliche Berufsschule (JZG)			
Baujahr 1959		Kesselleistung in kW	910
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	6.050	Abgasverluste in %	8,5
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Baujahr Heizungsanlage	2010
Hausmeisterbetreuung	ja	Anzahl Regelungsgruppen	5
Anzahl Nutzer	620	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	dezentral	Einzelraumregelung	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Lüftungsanlage ohne WRG	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Gesamtverbräuche der Jörg-Zürn-Gewerbeschule (Schulgebäude und Werkstatt) werden in der folgenden Grafik gezeigt:

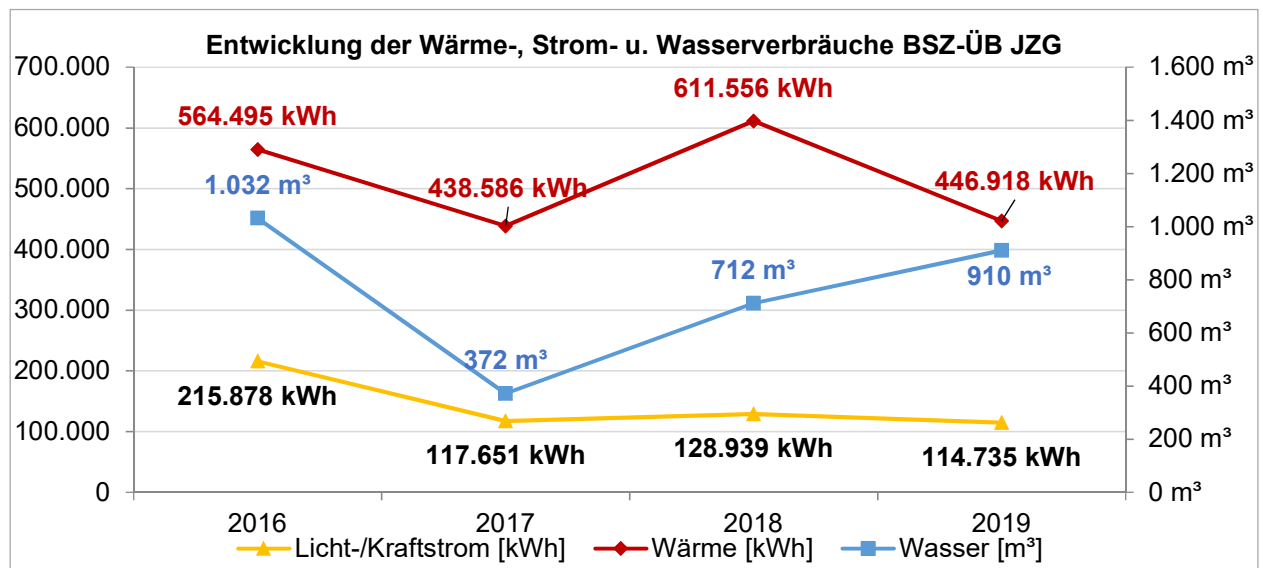


Abbildung 64 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB JZG (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wärmeversorgung							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	329.938	359.632	01.01.2019	31.12.2019	19.733
2018	Erdgas	kWh	297.938	348.587	01.01.2018	31.12.2018	18.625
2017	Erdgas	kWh	170.501	175.617	01.01.2017	31.12.2017	10.843
2016	Erdgas	kWh	373.922	388.879	01.01.2016	31.12.2016	20.636

Aufgrund von zu hohen Radonwerten in den Unterrichtsräumen im Untergeschoss ist der Luftwechsel stark erhöht. Dies führt zu höheren Stromverbräuchen und –kosten als zu erwarten wären. Bis zu einer umfassenden Sanierung des Gebäudes muss dauerhaft ein hoher Luftwechsel sichergestellt werden. Bei erhöhtem Luftwechsel entstehen auch erhöhte Wärmeverluste, die wiederum zu einem erhöhten Wärmebedarf in diesen Räumen führen.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	60.843	01.01.2019	31.12.2019	13.010
2018	kWh	67.193	01.01.2018	31.12.2018	13.970
2017	kWh	58.825	01.01.2017	31.12.2017	12.022
2016	kWh	150.176	01.01.2016	31.12.2016	30.133

Der Wasserverbrauch ist aufgrund des trockenen Jahres weiterhin hoch, da nicht genügend Regenwasser für die WC-Spülungen zur Verfügung stand und der Regenwassertank mit Trinkwasser nachgespeist werden musste.

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	637	01.01.2019	31.12.2019	2.854
2018	m³	498	01.01.2018	31.12.2018	2.333
2017	m³	186	01.01.2017	31.12.2017	1.091
2016	m³	774	01.01.2016	31.12.2016	3.948

Berufsschulzentrum Überlingen - Werkstatt

Baujahr 1977			
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	2.520	Wärmeversorgung über J-Z-Schule	
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Anzahl Regelungsgruppen	4
Hausmeisterbetreuung	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Heizungsabsenkung	ja
Zirkulation Warmwasser	nein	Absenkung täglich in h	8
Beregnung Außenanlagen	nein	Abluftanlage Holzwerkstatt u. Lackiererei	
Zentrale Wärmeversorgung	nein	Wärmerückgewinnung	nein
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 22.00 Uhr			

2017 hat es einen Brand in der Werkstatt gegeben, die anschließende umfangreiche Sanierung hat zu eingeschränktem Betrieb in 2017 geführt. Es wurde eine neue Späneabsaugung und eine neue Lüftung für die Lackierwerkstatt eingebaut, wobei sich aufgrund neuer Vorschriften die Dimensionen erhöht haben, dies führt zu höheren Wärmelüftungsverlusten (erhöhte Wärmeverbräuche).

Insgesamt ist der Wärmeverbrauch der Jörg-Zürn-Gewerbeschule (Schulgebäude und Werkstatt) um 19,8% zurückgegangen. Der Stromverbrauch hat sich um 11% verringert. Der Wasserverbrauch ist um 27,8% angestiegen.

Wärmeversorgung Werkstatt

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	248.901	271.302	01.01.2019	31.12.2019	14.887
2018	Erdgas	kWh	224.760	262.969	01.01.2018	31.12.2018	14.051
2017	Erdgas	kWh	170.501	175.617	01.01.2017	31.12.2017	10.843
2016	Erdgas	kWh	160.252	166.662	01.01.2016	31.12.2016	8.844

Licht-/Kraftstromversorgung Werkstatt

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	55.910	01.01.2019	31.12.2019	11.955
2018	kWh	61.745	01.01.2018	31.12.2018	12.838
2017	kWh	58.825	01.01.2017	31.12.2017	12.022
2016	kWh	65.702	01.01.2016	31.12.2016	13.183

Wasserversorgung Werkstatt

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	273	01.01.2019	31.12.2019	1.223
2018	m³	214	01.01.2018	31.12.2018	1.000
2017	m³	186	01.01.2017	31.12.2017	1.091
2016	m³	258	01.01.2016	31.12.2016	1.316

Berufsschulzentrum Überlingen - Sporthalle

Baujahr 2005		Wärmeversorgung über JvL-Schule	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	2.630	Anzahl Regelungsgruppen	9
Qualität Wärmedämmung	gut	Regelung witterungsgeführt	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	zentral u. dezentral	Absenkung täglich in h	8
Zirkulation Warmwasser	gesteuert	Lüftungsanlage	zentral
Beregnung Außenanlagen	nein	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 22.00 Uhr			
Teilweise auch Wochenendnutzung			

Die Entwicklung der Gesamtverbräuche der Sporthalle werden in der folgenden Grafik gezeigt:

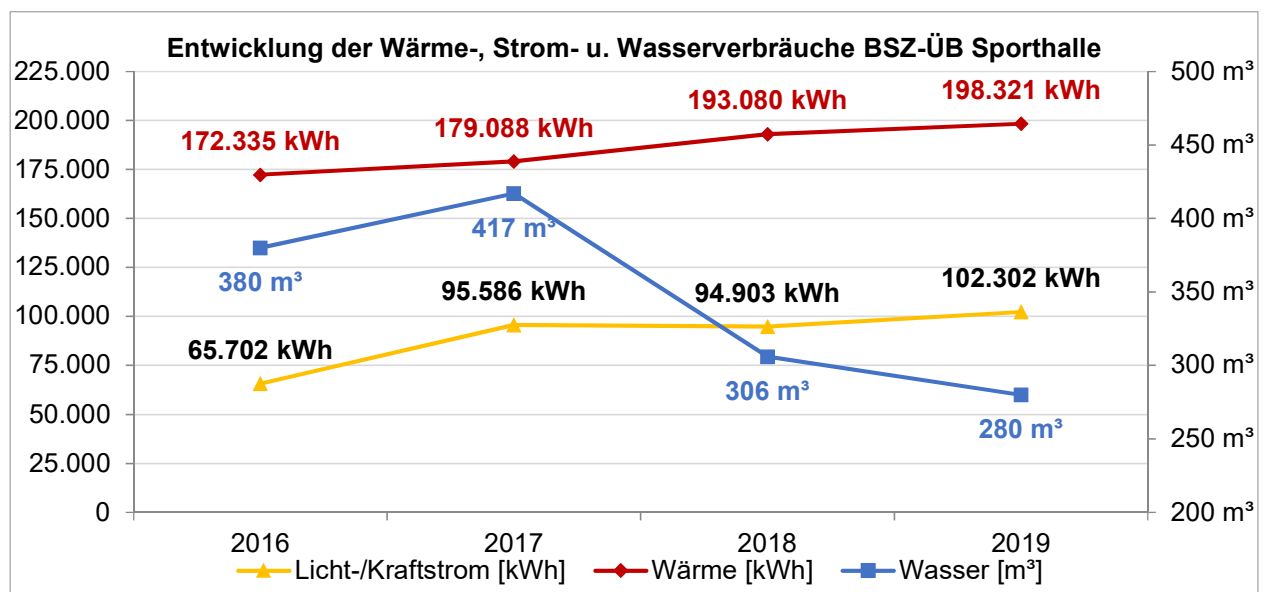


Abbildung 65 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch ist absolut um 10,3%, witterungsbereinigt um 2,7% angestiegen.

Wärmeversorgung Sporthalle

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	181.946	198.321	01.01.2019	31.12.2019	9.912
2018	Erdgas	kWh	165.025	193.080	01.01.2018	31.12.2018	8.369
2017	Erdgas	kWh	173.872	179.088	01.01.2017	31.12.2017	9.184
2016	Erdgas	kWh	165.707	172.335	01.01.2016	31.12.2016	8.912

Der Stromverbrauch der Sporthalle ist um 7,8% angestiegen. Er lässt sich dauerhaft und in größerem Maße durch die Umrüstung auf LED-Leuchtkörper und den Einsatz von Anwesenheitssensoren reduzieren.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	102.302	01.01.2019	31.12.2019	21.875
2018	kWh	94.903	01.01.2018	31.12.2018	19.732
2017	kWh	95.586	01.01.2017	31.12.2017	19.535
2016	kWh	65.702	01.01.2016	31.12.2016	13.183

2018 wurden in der Sporthalle 8,5% weniger Wasser benötigt.

Wasserversorgung Sporthalle

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	280	01.01.2019	31.12.2019	1.192
2018	m³	306	01.01.2018	31.12.2018	1.238
2017	m³	417	01.01.2017	31.12.2017	1.552
2016	m³	380	01.01.2016	31.12.2016	2.098

Spezifische Verbräuche CVS in 2018

Wärme	84 kWh/m²
Strom	25 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.088 l/Pa

Spezifische Verbräuche JvLS in 2018

Wärme	48 kWh/m²
Strom	15 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.118 l/Pa

Spezifische Verbräuche JZG in 2018

Wärme	55 kWh/m²
Strom	10 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.027 l/Pa

Spezifische Verbräuche Werkstatt in 2018

Wärme	99 kWh/m²
Strom	22 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	440 l/Pa

Spezifische Sporthallenverbräuche in 2019

Wärmeverbrauch/m²	69 kWh/m²
Stromverbrauch/m²	39 kWh/m³
Wasserverbrauch Liter/m² u. Jahr	106 l/m²

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Überlingen 2019:

Im Berufsschulzentrum wurden in 2019 in der Constantin-Vanotti-Schule die Beleuchtungen in den Fluren, Klassenzimmern und Lehrerzimmern saniert (Umstellung auf LED).

Verbräuche und Kosten des gesamten BSZ-Überlingen zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Constantin-Vanotti-Schule	380.433	19.269	123.330	26.372	779	3.185	4.955	48.826
Jörn-Zörn-Gewerbeschule	329.938	19.733	60.843	13.010	637	2.854	6.050	35.598
Justus-von-Liebig-Schule	264.649	14.418	88.798	18.988	637	2.605	2.662	36.011
Werkstatt	248.901	14.887	55.910	11.955	273	1.223	2.520	28.065
Sporthalle	181.946	9.912	102.302	21.875	280	1.192	2.630	32.979
Summe	1.405.867	76.589	431.183	92.200	2.606	11.057	18.817	168.789

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Berufsschulzentrum Überlingen im Jahr 2019 stellen sich wie folgt dar:

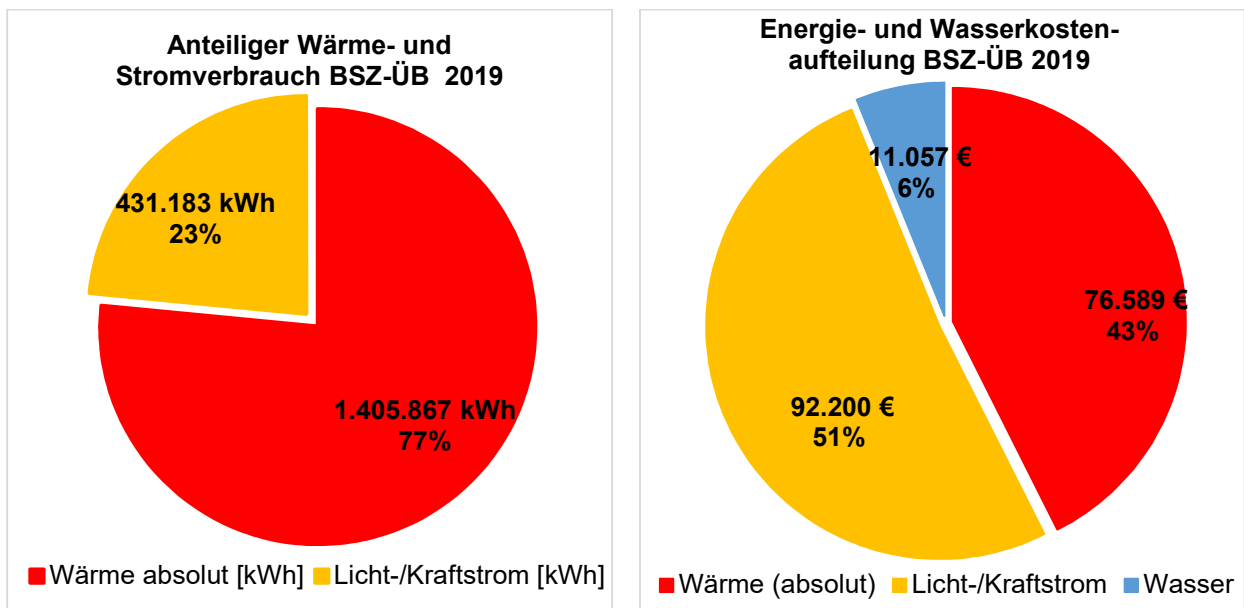


Abbildung 66 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-ÜB 2019

Abbildung 67 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-ÜB 2019

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

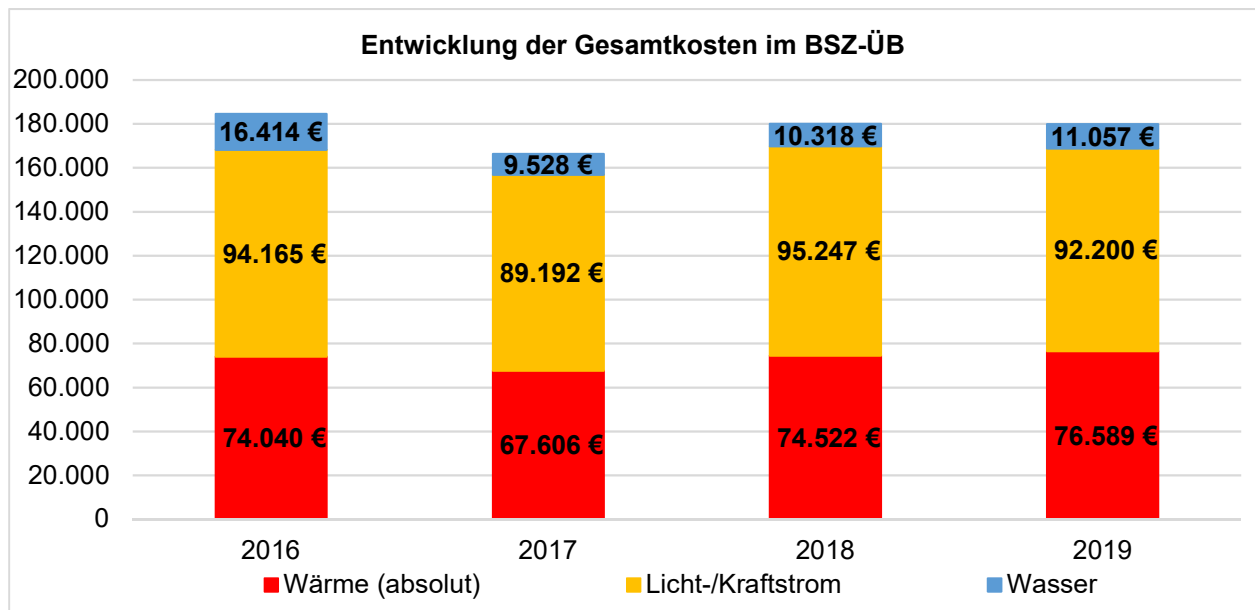


Abbildung 68 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft)

Die folgende Grafik zeigt – im Vergleich zum Vorjahr – die Veränderungen bei den Verbräuchen und den Kosten.

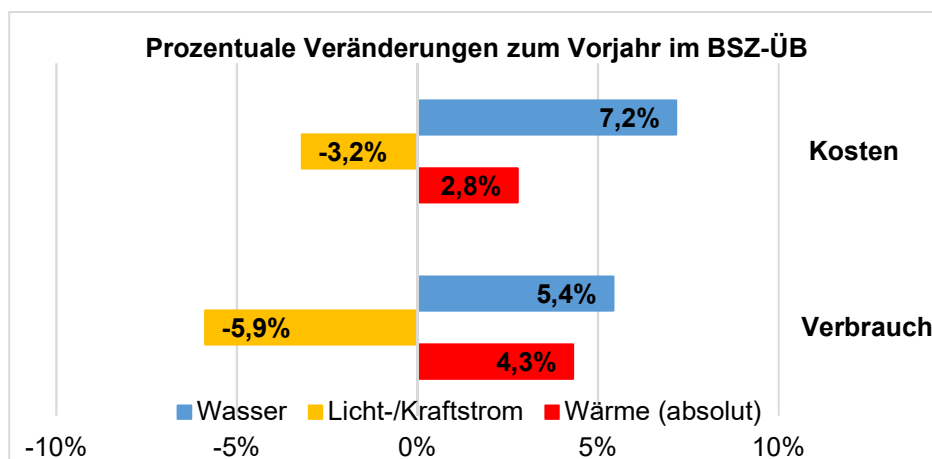


Abbildung 69 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-ÜB im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

Insgesamt sind die Kosten für die Wärme- und Energieverbräuche im Vergleich zu 2018 minimal gesunken. Die Heiz- und Wasserkosten sind gestiegen, die Stromkosten aufgrund eines geringeren Verbrauchs gesunken.

Zusammenfassend ist für das Berufsschulzentrum Überlingen festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut um 4,3% erhöht und unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung um 2,8% verringert hat,
- der Stromverbrauch um 5,9% zurückgegangen ist und sich
- der Wasserverbrauch um 5,4% erhöht hat.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Umrüstung der Hallen- und Notbeleuchtung auf LED in Kombination mit Präsenzmeldern¹⁴ in der Sporthalle, den Umkleiden, Waschräumen und den Fluren würde zur Stromverbrauchsreduktion führen.
- Die Installation einer PV-Anlage auf dem Dach der Umkleiden an der Sporthalle zur Eigenstromerzeugung würde langfristig zur Reduktion der Stromkosten führen.
- Das Anbringen einer Sonnenschutzvorrichtung an den Oberlichtern der Sporthalle würde in den Sommermonaten die Lüftungslaufzeit verringern (Stromeinsparung).
- Das Anbringen eines Sichtschutzes an der Glasfassade zur Verringerung der Lichtlaufzeit (jetzt wird ganztägig verdunkelt) würde zur Stromeinsparung führen.
- Der Austausch der alten Pumpen im Werkstattgebäude gegen Hocheffizienzpumpen würde zur Stromeinsparung führen.
- Mit der energetischen Erneuerung der Fassade der Constantin-Vanotti-Schule und der Werkstatt könnten erhebliche Einsparungen bei den Wärmeverbräuchen erzielt werden, bei gleichzeitiger deutlichen Komfortverbesserung für die Nutzer.

6.2.3 Bildungszentrum Markdorf (BZM)

Zum Gebäudekomplex des Bildungszentrums gehören das Schulgebäude mit Cafeteria und Bibliothek, die auch von der Stadt Markdorf genutzt wird, sowie zwei Sporthallen. Beide Hallen werden neben der Schulnutzung auch für den Vereinssport der Stadt Markdorf genutzt.



Bildungszentrum Markdorf - Schulgebäude			
Baujahr 1972		Kessel 1 u. 2 Leistung in kW	3060
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	24.250	Kessel 3	370
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Baujahr Heizungsanlage	1985 u. 1998
Hausmeisterbetreuung	ja	Anzahl Regelungsgruppen	3
Anzahl Nutzer	1523	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	2	Absenkung täglich in h	10
Warmwasserversorgung	zentral	Einzelraumregelung	ja
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	teilweise
Zentrale Wärmeversorgung	ja		
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Teilweise Wochenendnutzung			

Die Entwicklung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche in grafischer Darstellung:

¹⁴ In der Sporthalle am Berufsschulzentrum Friedrichshafen konnten durch die Effizienzmaßnahmen im Beleuchtungsbereich 26% Energie eingespart werden.

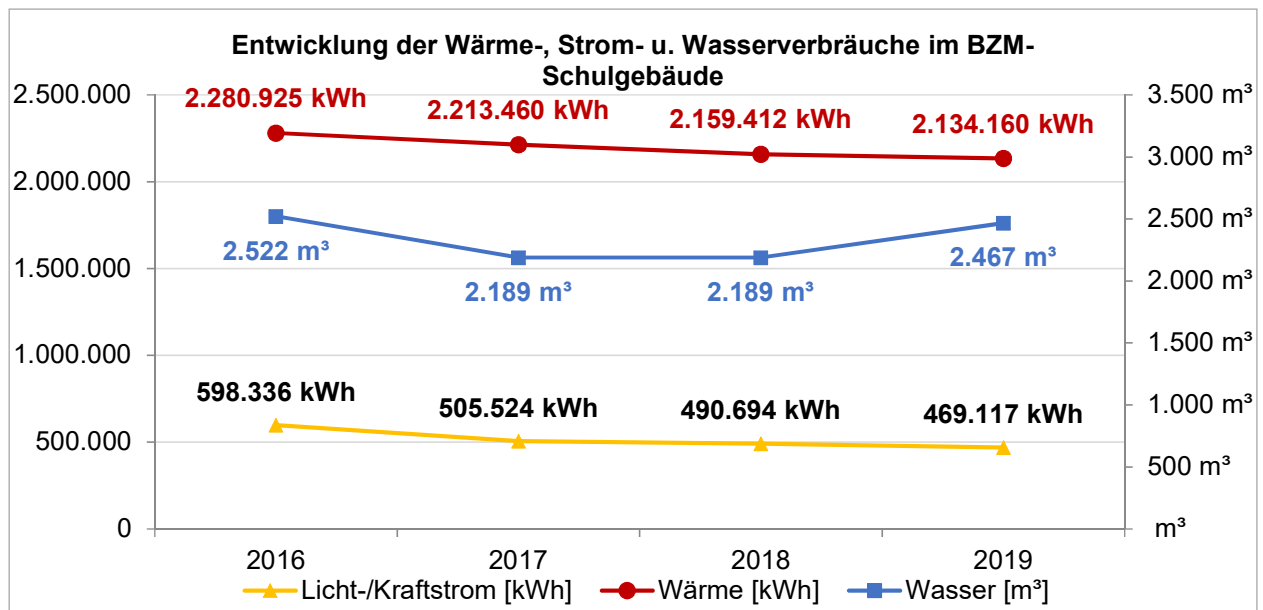


Abbildung 70 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BZM Schulgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch ist im Jahr 2019 absolut um 6,2% (116.793 kWh) – witterungsbereinigt um 1% – gesunken.

Wärmeversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)

Jahr	Energie-träger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	1.994.542	2.134.160	01.01.2019	31.12.2019	112.525
2018	Erdgas	kWh	1.877.749	2.159.412	01.01.2018	31.12.2018	95.833
2017	Erdgas	kWh	2.191.544	2.213.460	01.01.2017	31.12.2017	122.778
2016	Erdgas	kWh	2.236.201	2.280.925	01.01.2016	31.12.2016	109.640

Der Stromverbrauch hat sich im Vergleich zu den Vorjahren weiterhin reduziert, in 2019 um 4,4% (14.830 kWh). Die Reduzierung konnte durch den Einsatz effizienterer Pumpen sowie die jährliche Umstellung der Beleuchtung auf LED in jeweils 10 Klassenräumen erzielt werden.

Licht-/Kraftstromversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	469.117	01.01.2019	31.12.2019	97.246
2018	kWh	490.634	01.01.2018	31.12.2018	101.236
2017	kWh	505.524	01.01.2017	31.12.2017	105.071
2016	kWh	598.336	01.01.2016	31.12.2016	104.447

Der Wasserverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr um 12,7% bzw. 278 m³ angestiegen. Ein erhöhter Wasserbedarf entstand, da während des ganzen Jahres Bauarbeiten auf dem Schulgelände durchgeführt wurden. Ein Leck in einer Leitung hat ebenfalls zu Verlusten geführt, 10% des Mehrverbrauchs sind auf diesen Schaden zurückzuführen.

Wasserversorgung Schulgebäude (incl. Cafeteria u. Bibliothek)

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	2.467	01.01.2019	31.12.2019	9.802
2018	m³	2.189	01.01.2018	01.01.2018	8.532
2017	m³	2.189	01.01.2017	31.12.2017	16.399
2016	m³	2.522	01.01.2016	31.12.2016	17.692

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen im Schulgebäude 2019:

10 Klassenräume wurden in den Sommerferien komplett saniert. Die vorhandene Beleuchtung wurde durch LED-Leuchtkörper ersetzt.

Sporthallen Bildungszentrum Markdorf

2019 ist die Sporthalle I aufgrund der Sanierung nicht in Betrieb gewesen. Hier sind lediglich Verbräuche für die Baumaßnahmen angefallen, die jedoch nicht gesondert aufgeführt werden. Die Sporthalle II wurde das ganze Jahr hindurch intensiv genutzt. Die hohe Auslastung spiegelt sich in den Energieverbräuchen der Sporthalle II wider.

Bildungszentrum Markdorf – Sporthalle II			
Baujahr 2005		Wärmeversorgung über Hauptgebäude	
Beheizte Brutto-Fläche [m²]	2.750	Regelung witterungsgeführt	ja
Qualität Wärmedämmung	gut	Heizungsabsenkung	ja
Hausmeisterbetreuung	ja	Absenkung täglich in h	8
Warmwasserversorgung	zentral	Lüftungsanlage	zentral
Zirkulation Warmwasser	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Teilweise auch Wochenendnutzung			

Die Entwicklung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche in grafischer Darstellung:

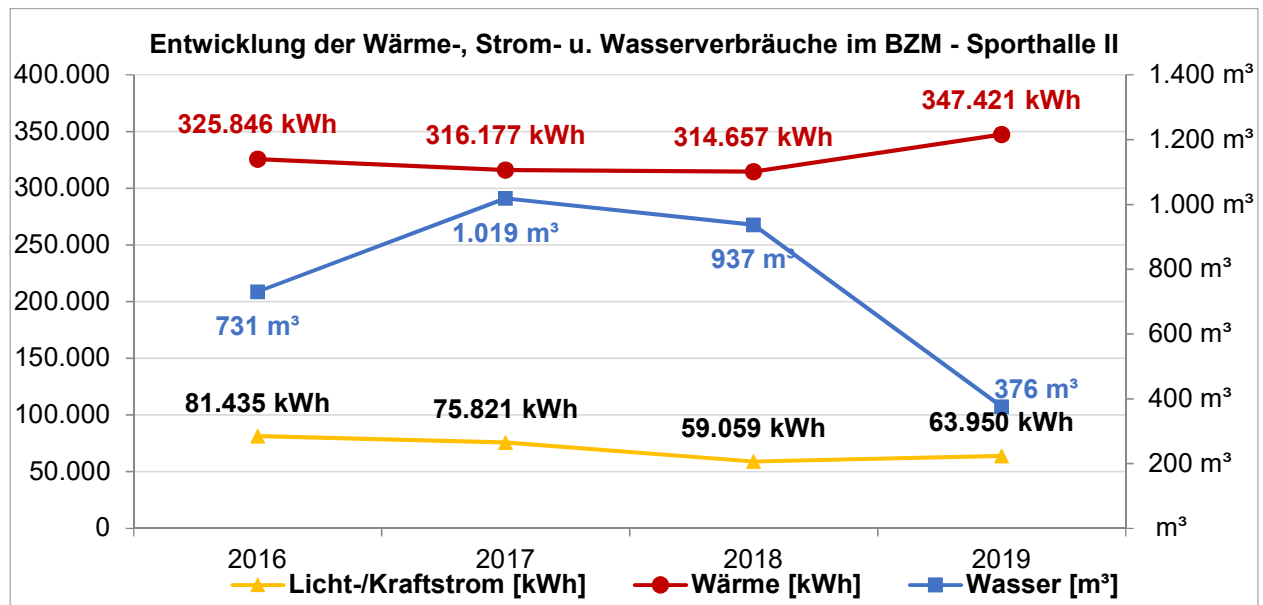


Abbildung 71 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BZM Sporthalle II (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Die Wärmeverbräuche sind absolut um 19% (51.078 kWh) angestiegen, witterungsbereinigt beträgt der Anstieg 10%.

Wärmeversorgung Sporthalle II							
Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	324.693	347.421	01.01.2019	31.12.2019	18.318
2018	Erdgas	kWh	273.615	314.657	01.01.2018	31.12.2018	13.964
2017	Erdgas	kWh	313.046	316.177	01.01.2017	31.12.2017	17.538
2016	Erdgas	kWh	319.457	325.846	01.01.2016	31.12.2016	15.663

Der Mehrverbrauch an Strom in 2019 im Vergleich zum Vorjahr beträgt 8% bzw. 4.891 kWh.

Licht-/Kraftstromversorgung Sporthalle II

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	63.950	01.01.2019	31.12.2019	13.257
2018	kWh	59.059	01.01.2018	31.12.2018	12.185
2017	kWh	75.821	01.01.2017	31.12.2017	15.759
2016	kWh	81.435	01.01.2016	31.12.2016	16.339

Wasserversorgung Sporthalle II

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	376	01.01.2019	31.12.2019	1.494
2018	m³	1.014	01.01.2018	31.12.2018	3.952
2017	m³	1.019	01.01.2017	31.12.2017	4.004
2016	m³	731	01.01.2016	31.12.2016	1.425

Der Wasserverbrauch in der Sporthalle II hat sich im Vergleich zu den Vorjahren sehr stark reduziert. Alle Vereine konnten in 2019 nur im 14-Tage-Rhythmus trainieren.

Im Rahmen der umfangreichen Sanierung der Sporthalle I und der neuen Wärmeversorgung (Contracting) wird auch die Warmwasserversorgung der Sporthallen optimiert. Hierdurch werden sich die Verbräuche und die Verbrauchskosten zukünftig reduzieren.

Spezifische Verbräuche Schulgebäude in 2019

Wärme	82 kWh/m²
Strom	19 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.620 l/Pa

Spezifische Verbräuche Sporthalle II in 2019

Wärme	126 kWh/m²
Strom	19 kWh/m³
Wasser Liter/m² u. Jahr	137 l/m²a

Verbrauchsentwicklung der gesamten Liegenschaft BZM:

Insgesamt haben sich die Verbräuche im Bildungszentrum Markdorf durch die Nichtversorgung der Sporthalle I verringert. Absolut ist der Wärmeverbrauch um 13,5%, der Stromverbrauch um 9,5% und der Wasserverbrauch um 16,8% zurückgegangen.

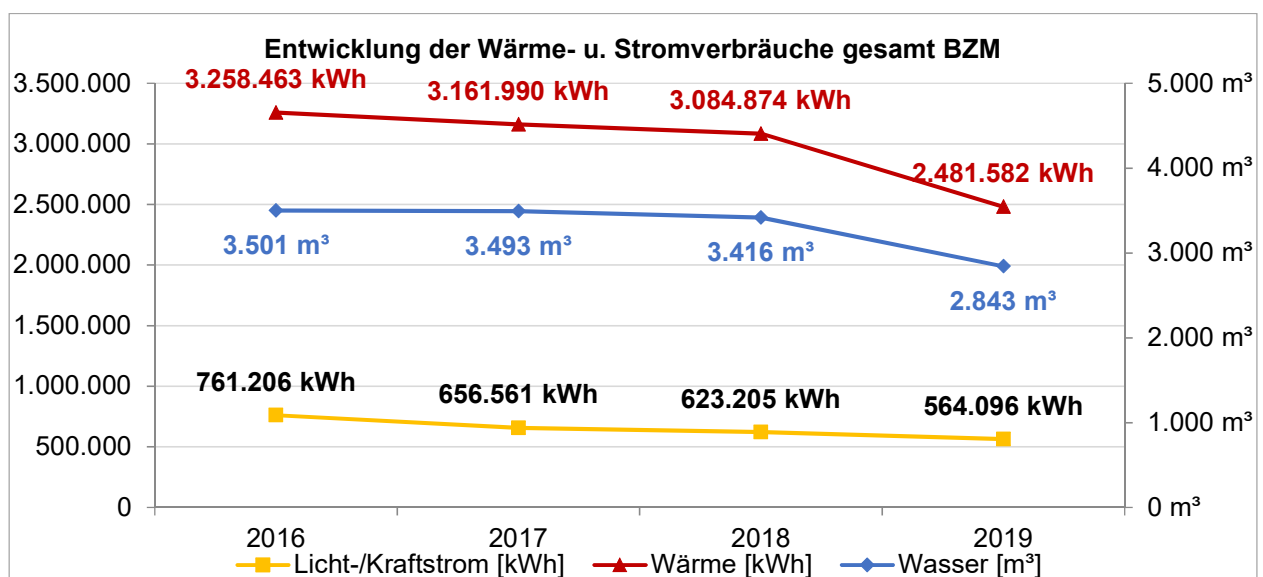


Abbildung 72 Entwicklung der Verbräuche der gesamten Liegenschaft BZM

Verbräuche und Kosten der gesamten Liegenschaft BZM zusammenfassend für das Jahr 2019 (Wärme absolut):

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	1.994.542	112.525	469.117	97.246	2.467	9.802	24.250	219.573
Sporthalle I Bauarbeiten	—	—	31.028	6.432	—	—		6.432
Sporthalle II	324.693	18.318	63.950	13.257	376	1.494	2.750	33.068
Summe	2.319.235	130.843	564.096	116.935	2.843	11.296	27.000	259.073

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das BZM (Schulgebäude und Sporthalle) im Jahr 2019 stellen sich wie folgt dar:

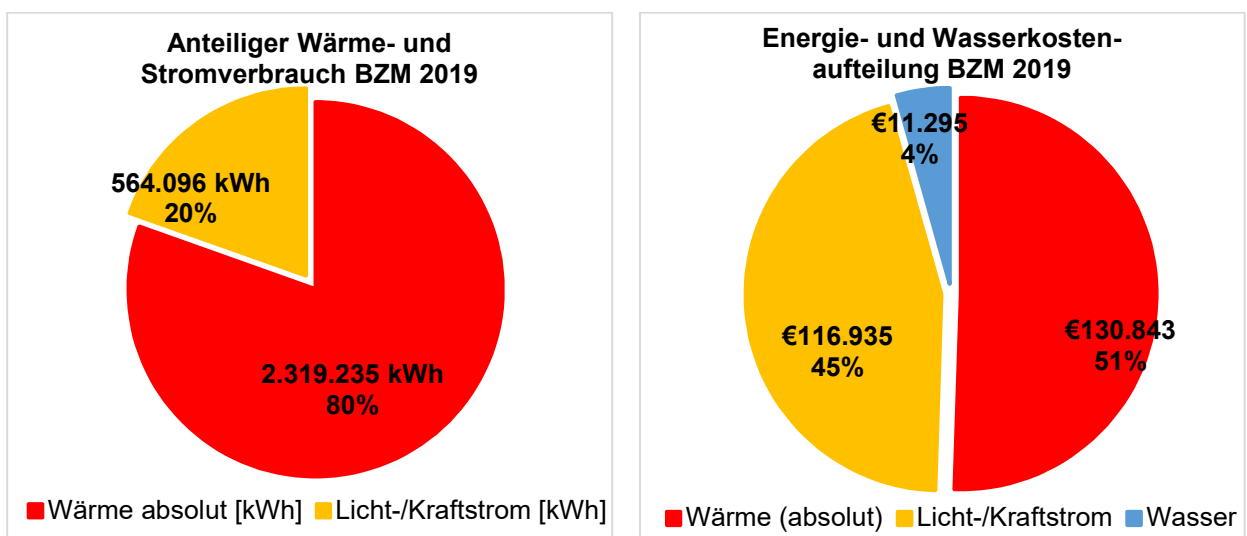


Abbildung 73 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BZM 2019

Abbildung 74 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BZM 2019

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

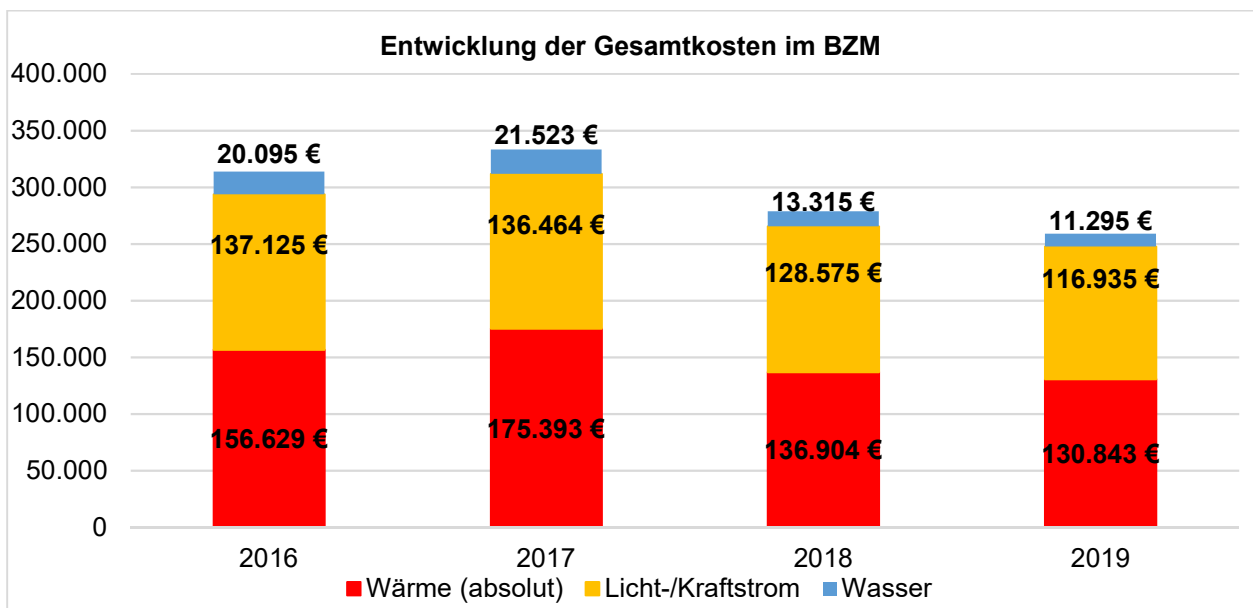


Abbildung 75 Gesamtkostenentwicklung BZM (gesamte Liegenschaft)

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

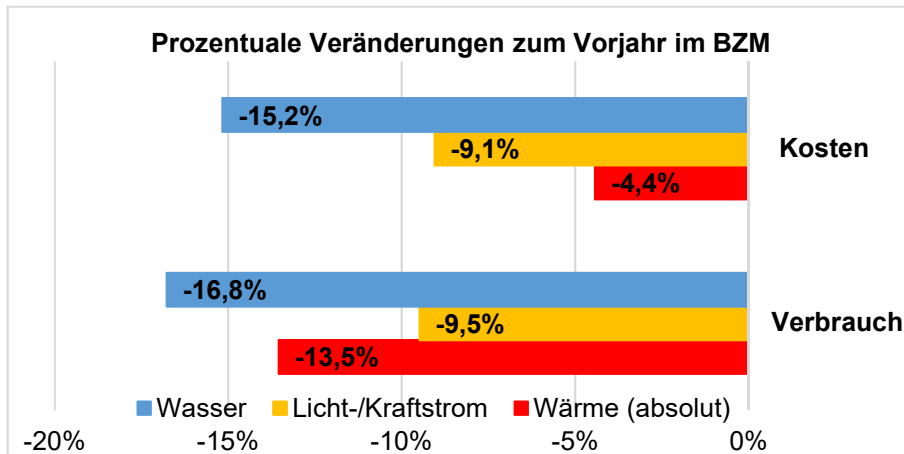


Abbildung 76 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Die Kosten für Energie, Wärme und Wasser haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 6,7% reduziert. Dies ist zum größten Teil auf den geringeren Versorgungsbedarf durch Nichtnutzung der Sporthalle I zurückzuführen. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und den Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

Zusammenfassend ist für das Bildungszentrum festzustellen, dass sich alle Verbräuche aufgrund der Nichtnutzung der Sporthalle I verringert haben. Es sind lediglich Stromverbräuche (31.028 kWh) und geringe Wasserverbräuche (40 m³) bei den Bauarbeiten entstanden. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich

- der Wärmeverbrauch absolut um 13,5% und unter Berücksichtigung der Witterungsreinigung um 19,62% verringert,
- der Stromverbrauch um 9,5% reduziert und
- der Wasserverbrauch um 16,8% reduziert.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Umrüstung der Beleuchtung auf LED in der Sporthalle II würde die Stromverbräuche dauerhaft reduzieren.
- Die Sanierung der Dachflächen mit einer Verbesserung der Wärmedämmung würde zur Reduktion der Wärmeverbräuche führen.
- Die Sanierung der kompletten Fassade mit erhöhtem Dämmstandard würde zur wesentlichen Reduzierung der Wärmeverbräuche führen.

6.2.4 Elektronischule Tettnang (EST)

Zum Gebäudekomplex der Elektronischule gehört ein Bungalow, der vom betreuenden Hausmeister der Schule bewohnt wird. Die Energie- und Wasserversorgung erfolgt über die zentrale Versorgung der Schule.

Seit November 2018 ist die iLernfabrik 4.0 vollständig umgesetzt und eingeweiht.



Elektronischule Tettnang			
Baujahr 1969			
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	7.815	Kessel Leistung in kW	460
Qualität Wärmedämmung	gut	Abgasverluste in %	Null
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2010
Anzahl Nutzer	611	Anzahl Regelungsgruppen	10
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	1	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	dezentral	Absenkung täglich in h	12
Zirkulation Warmwasser	ja	Einzelraumregelung	ja
Beregnung Außenanlagen	nein	Lüftungsanlage (teilweise dezentral)	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Wärmerückgewinnung	teilweise
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			
Samstagsnutzung 8.00 Uhr – 13.00 Uhr			

Die Entwicklung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche in grafischer Darstellung:

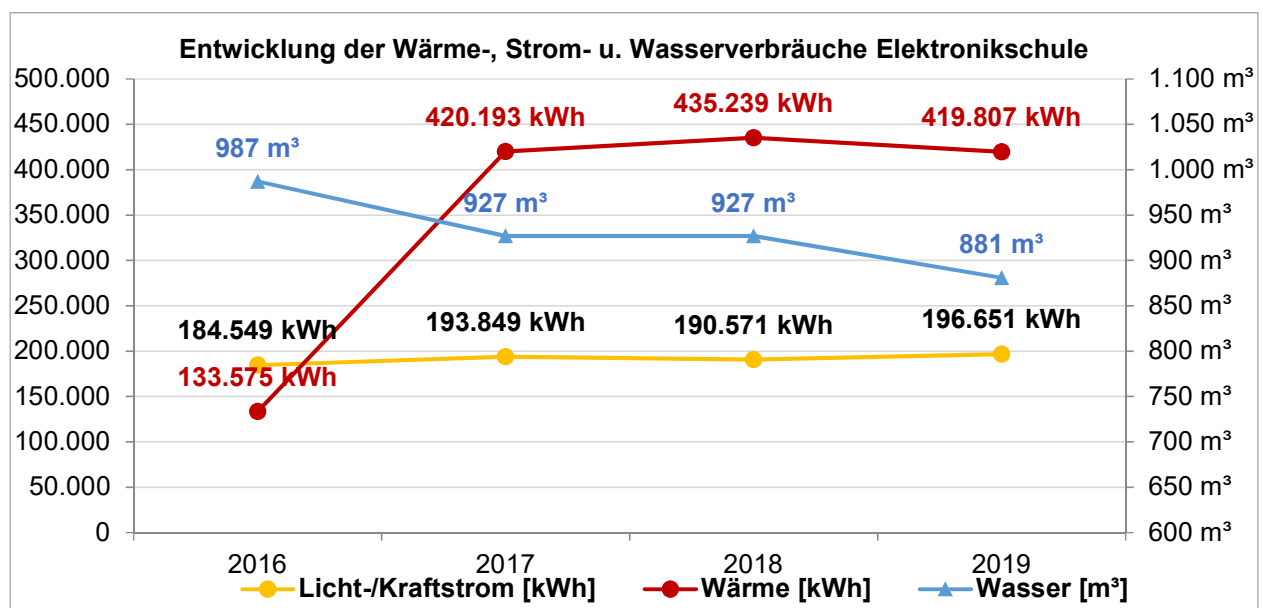


Abbildung 77 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche in der EST (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Absolut ist der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Vorjahr leicht um 4% angestiegen, witterungsbereinigt jedoch um 4% zurückgegangen. In der Elektronikschule Tettnang wurde ein Teil der Wärme von 1999 – 2017 über ein gasbetriebenes BHKW erzeugt. Der erzeugte Strom wurde eingespeist. (Anmerkung: Der dargestellte Wärmeverbrauch im Jahr 2016 spiegelt aufgrund eines defekten Zählers nicht den tatsächlichen Verbrauch wider.)

Wärmeversorgung Schulgebäude und Wohnhaus

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	415.650	419.807	01.01.2019	31.12.2019	19.128
2018	Erdgas	kWh	399.302	435.239	01.01.2018	31.12.2018	18.215
2017	Erdgas	kWh	437.701	420.193	01.01.2017	31.12.2017	21.529
2016	Erdgas	kWh	137.706	133.575	01.01.2016	31.12.2016	6.750

Die Stromverbräuche sind im Vergleich zum Vorjahr um 6.080 kWh bzw. 3,2% angestiegen. Seit Ende 2018 ist die iLernfabrik 4.0 in Betrieb, dies ist mit zusätzlichen Stromverbräuchen verbunden.

Licht-/Kraftstromversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	196.651	01.01.2019	31.12.2019	42.806
2018	kWh	190.571	01.01.2018	31.12.2018	37.484
2017	kWh	193.849	01.01.2017	31.12.2017	37.771
2016	kWh	184.549	01.01.2016	31.12.2016	35.106

Der Wasserverbrauch konnte trotz des trockenen Sommers reduziert werden.

Wasserversorgung

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	806	01.01.2019	31.12.2019	3.298
2018	m³	881	01.01.2018	31.12.2018	3.448
2017	m³	927	01.01.2017	31.12.2017	6.243
2016	m³	927	01.01.2016	31.12.2016	5.769

Spezifische Verbräuche Schule in 2018

Wärme	53 kWh/m²
Strom	25 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.319 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2019:

In 2019 wurden keine energetisch relevanten Sanierungsmaßnahmen im Schulkomplex der Elektronikschule durchgeführt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht- /Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	415.650	19.128	196.651	42.806	806	3.298	7.815	65.231

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Elektronischule im Jahr 2019 stellen sich wie folgt dar:

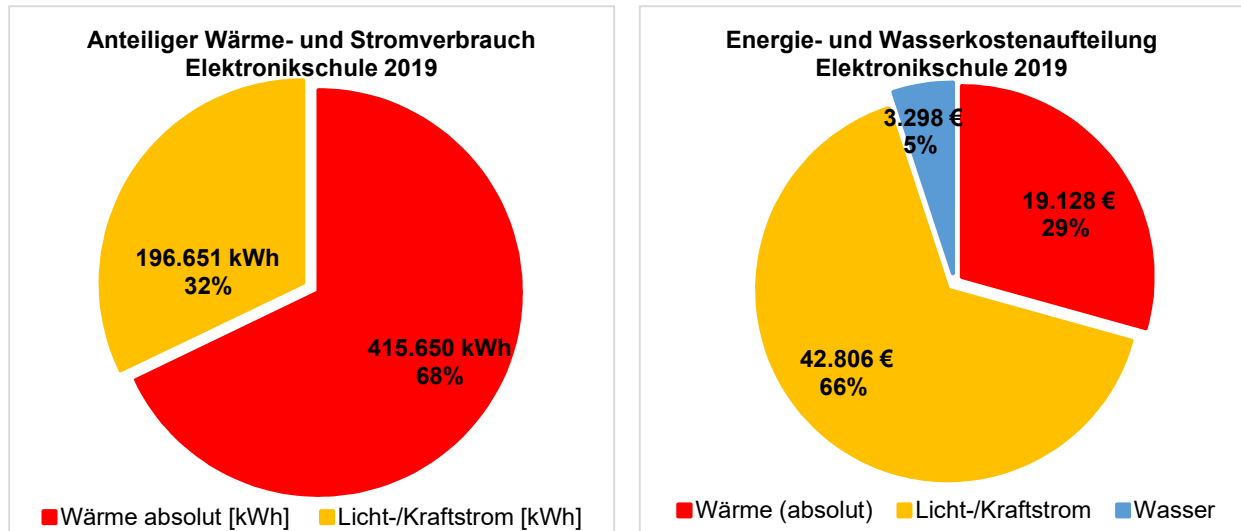


Abbildung 78 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2019

Abbildung 79 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der EST 2019

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

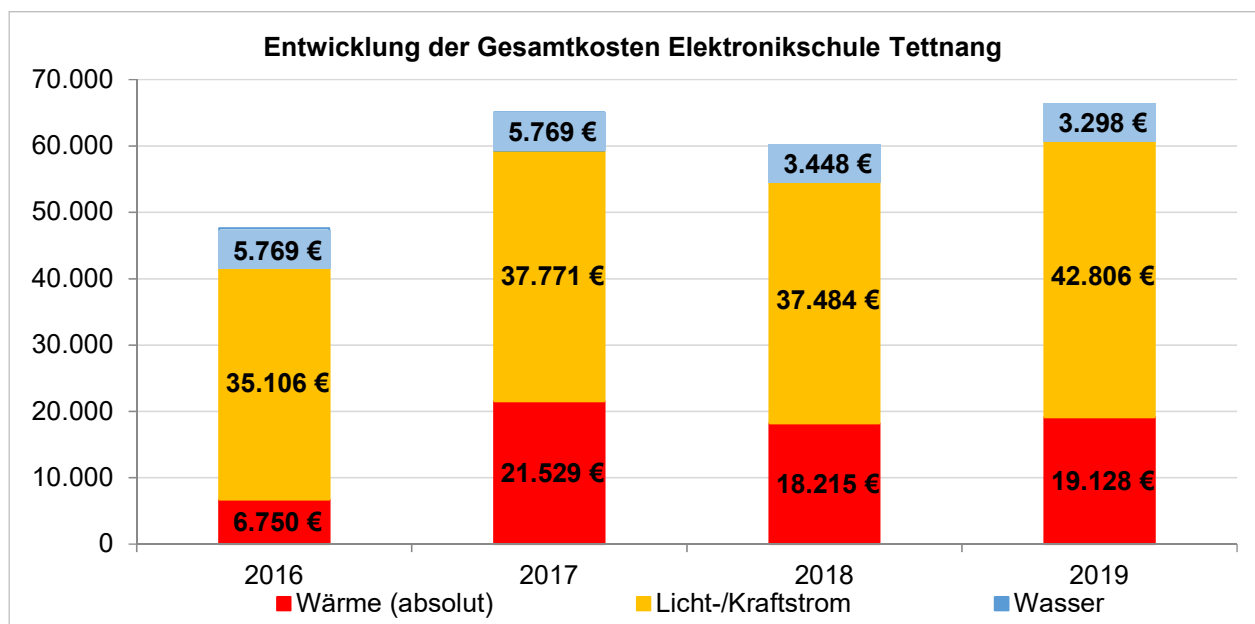


Abbildung 80 Kostenentwicklung der Verbräuche in der EST

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

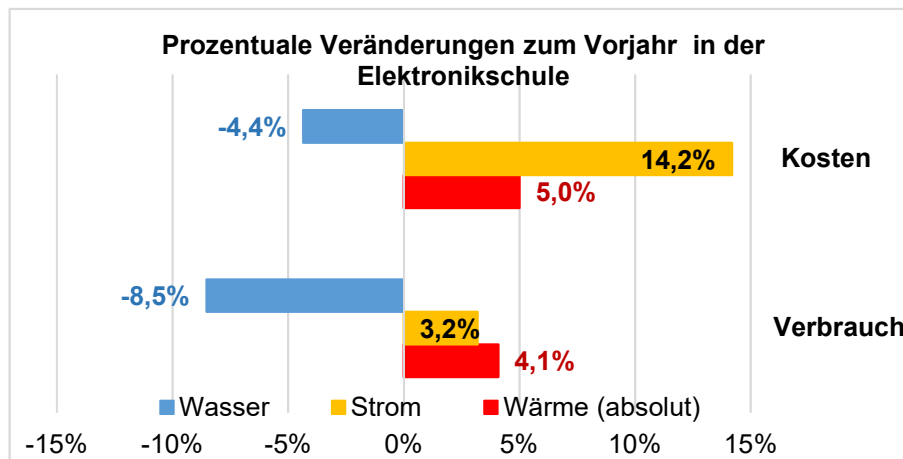


Abbildung 81 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Es ist festzustellen, dass die Kosten für Energie in Summe im Vergleich zum Vorjahr um 11% angestiegen sind. Die Wasserkosten haben sich um 4,4% verringert. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und den Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

Zusammenfassend ist für die Elektronischule festzustellen, dass sich im Vergleich zum Vorjahr

- der Wärmeverbrauch absolut erhöht, aber unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung um knapp 3,5% verringert hat,
- der Stromverbrauch um 3,2% angestiegen ist und sich
- der Wasserverbrauch um 4,4% verringert hat.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die erweiterte Nutzung der Dachflächen durch PV-Anlagen würde zur Erhöhung des Eigenstromversorgungsanteils führen.
- Das Anbringen eines Sonnenschutzes im Glastreppenhaus des Neubaus (Fassade u. Dach) würde die Hitzeeinträge vermindern (dauerhafte Vermeidung von elektrischer Kühlung).
- Das Umrüsten der Dach-Glaspaneele in PV-Module vermindert den Sonneneintrag und erhöht den Eigenstromanteil.
- Das Ersetzen der bestehenden alten Heizungspumpen durch Hocheffizienzpumpen würde den Stromverbrauch reduzieren.
- Das Umrüsten der Fenster in der Cafeteria zur freien Nachtkühlung erhöht den Komfort (geringer Kosteneinsatz).

6.2.5 Hotel- und Gaststättenschule Tett nang (HoGa)

Zu dieser Liegenschaft gehören neben den Schulgebäuden auch eine kleine Gymnastikhalle, die von der Stadt Tett nang und von der VHS ganztäglich genutzt wird. In einem weiteren Gebäude befinden sich die Hausmeisterwohnung, eine Außenstelle des Forstamts und der Hopfenverband. Alle Gebäude werden vom Schulgebäude versorgt.



HoGa			
Baujahr 1952		Kessel Leistung in kW	335
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	4.140	Abgasverluste in %	Null
Qualität Wärmedämmung	mittel	Baujahr Heizungsanlage	1984
Hausmeisterbetreuung	ja	Anzahl Regelungsgruppen	9
Anzahl Nutzer (Schülerschaft)	537	Regelung witterungsgeführt	ja
Windfang vorhanden	ja	Heizungsabsenkung	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Absenkung täglich in h	12
Warmwasserversorgung	zentral	Einzelraumregelung	ja
Zirkulation Warmwasser	ja	Lüftungsanlage	teilweise
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Wärmerückgewinnung	ja
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			

Entwicklung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche in den letzten vier Jahren:

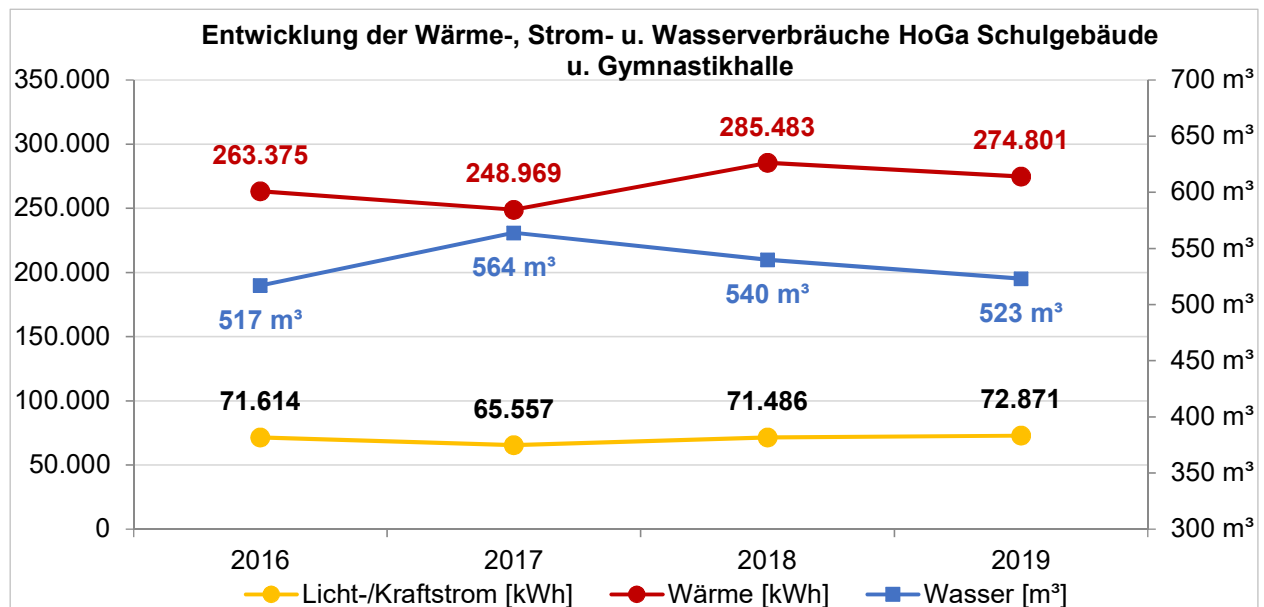


Abbildung 82 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche in der HoGa (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr absolut um 5.224 kWh angestiegen, witterungsbereinigt jedoch um 5,7% zurückgegangen.¹⁵

Wärmeversorgung (Schulgebäude, Wohnhaus, Hopfenverband, Gymnastikhalle)

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	294.877	297.826	01.01.2019	31.12.2019	13.830
2018	Erdgas	kWh	289.653	315.722	01.01.2018	31.12.2018	13.092
2017	Erdgas	kWh	292.874	281.159	01.01.2017	31.12.2017	14.408
2016	Erdgas	kWh	279.919	271.521	01.01.2016	31.12.2016	13.591

Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr um knapp 2% angestiegen.

Licht-/Kraftstromversorgung (Schulgebäude, Hopfenverband, Gymnastikhalle)

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	72.871	01.01.2019	31.12.2019	16.345
2018	kWh	71.486	01.01.2018	31.12.2018	14.378
2017	kWh	65.557	01.01.2017	31.12.2017	13.351
2016	kWh	71.614	01.01.2016	31.12.2016	14.142

Wärmeversorgung Schulgebäude und Gymnastikhalle

Jahr	Energieträger	Einheit	Verbrauch	witterungs- bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	272.080	274.801	01.01.2019	31.12.2019	12.761
2018	Erdgas	kWh	261.911	285.483	01.01.2018	31.12.2018	11.382
2017	Erdgas	kWh	259.343	248.969	01.01.2017	31.12.2017	11.420

Licht-/Kraftstromversorgung Schulgebäude und Gymnastikhalle

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2018	kWh	72.871	01.01.2019	31.12.2019	16.345
2018	kWh	71.486	01.01.2018	31.12.2018	14.378
2017	kWh	65.557	01.01.2017	31.12.2017	13.351

Der Wasserverbrauch ist bei fast identischer Schülerzahl um 4,3% bzw. 17 m³ gesunken, obwohl aufgrund des trockenen Sommers wenig Regenwasser für die WC-Spülungen zur Verfügung stand.

Wasserversorgung Schulgebäude

Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	m³	523	01.01.2019	31.12.2019	1.877
2018	m³	540	01.01.2018	31.12.2018	1.872
2017	m³	564	01.01.2017	31.12.2017	2.990
2016	m³	517	01.01.2016	31.12.2016	2.828

Spezifische Verbräuche in 2018 (Schulgebäude u. Gymnastikhalle)

Wärme	72 kWh/m²
Strom	19 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.091 l/Pa

¹⁵ Aufgrund einer Verbrauchsschätzung des Energieversorgers für 2018 und anschließender Korrektur in 2019 wurden die Verbrauchsdaten und –kosten aus 2018 in diesem Energiebericht angepasst.

Bei getrennter Betrachtung des Schulgebäudes und der Gymnastikhalle sind die spezifischen Wärmeverbräuche sehr unterschiedlich, 68 kWh/m² im Schulgebäude stehen 140 kWh/m² in der Gymnastikhalle gegenüber.

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2019:

In der HoGa wurden 2019 keine energetisch relevanten Maßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt. Im Bereich der Gebäudetechnik (Heiztechnik) gab es einen Schaden in der Brennkammer, der zu erhöhten Wärmeverbräuchen führte. Dieser Schaden wurde im Januar 2020 behoben.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude u. Gymnastikhalle	272.080	12.761	72.871	16.345	523	1.877	3.820	30.982

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für Schulgebäude und Gymnastikhalle im Jahr 2019 stellen sich wie folgt dar:

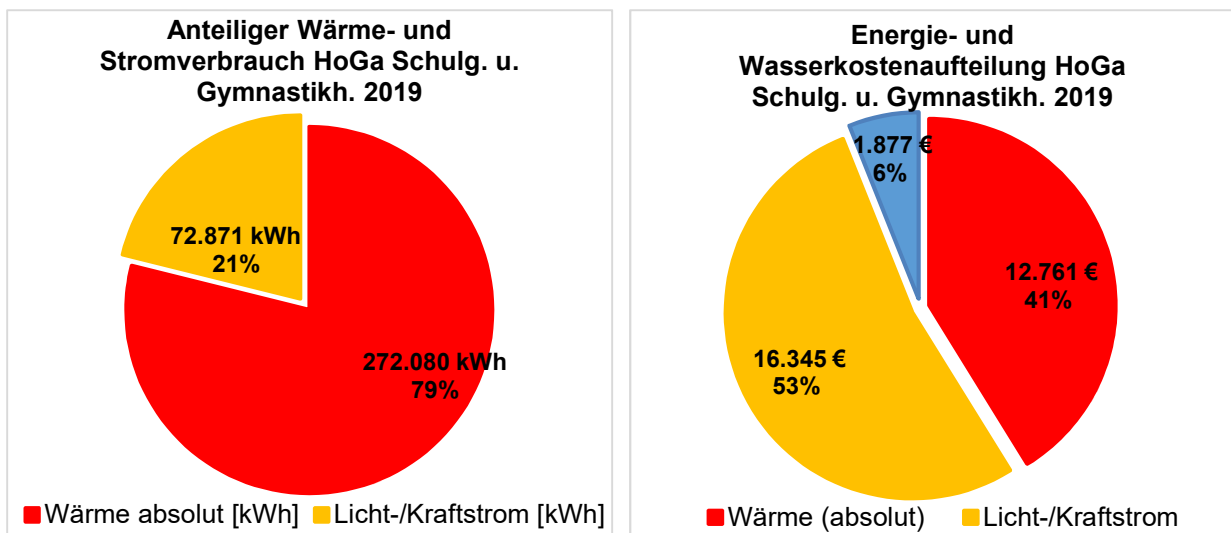


Abbildung 83 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2019

Abbildung 84 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2019

Die Kostenentwicklung ist in der folgenden Grafik dargestellt:

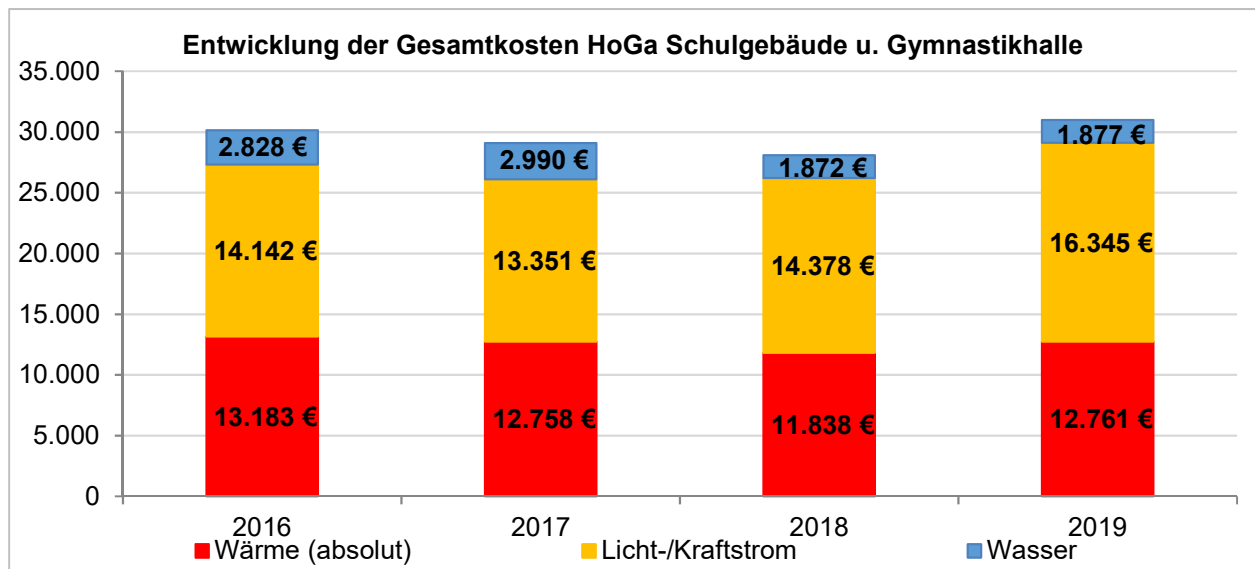


Abbildung 85 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der HoGa

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und den Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

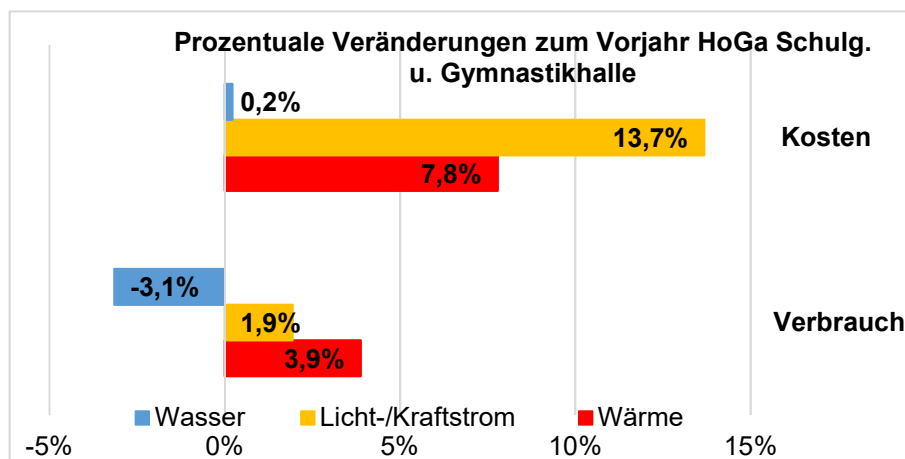


Abbildung 86 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Entsprechend der Verbrauchserhöhung haben sich auch die Kosten für Energie im Vergleich zum Vorjahr in Summe um 11% erhöht.

Zusammenfassend ist für die HoGa festzustellen, dass sich

- der Wasserverbrauch geringfügig verringert hat,
- der Stromverbrauch erhöht und
- sich der Wärmeverbrauch unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung verringert hat, absolut jedoch angestiegen ist. Der Anstieg ist auf den kälteren Mai im Jahr 2019 und den Defekt in der Brennkammer zurückzuführen.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlage und der Gebäudeleittechnik wird zur Wärmeverbrauchsreduktion führen.
- Die weitere Reduzierung des Wärmeverbrauchs lässt sich durch die energetische Sanierung der Gymnastikhalle erreichen.

- Die Dezentralisierung der Warmwasserbereitung würde das 24-stündige elektrische Nachheizen des Warmwassers in der Küche vermeiden.
- Die Abtrennung des Gebäudes Hausmeisterwohnung und Forstamt von der zentralen Wärmeversorgung würde gerade in den Sommermonaten zu Einsparungen bei den Wärmeverbräuchen führen.

6.2.6 Pestalozzischule Markdorf

In der Pestalozzischule findet neben dem Sonderschulbetrieb auch der Schulbetrieb einer Außenstelle des Berufsschulzentrums Überlingen statt. Nachmittags und abends werden die Räumlichkeiten der Schule zusätzlich von der Stadt Markdorf, der Volkshochschule und durch das Landwirtschaftsamt genutzt.



Pestalozzischule			
Baujahr 1964			
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	3.050	Kessel Leistung in kW	900
Qualität Wärmedämmung	schlecht	Abgasverluste in %	Null
Hausmeisterbetreuung	ja	Baujahr Heizungsanlage	2006
Anzahl Nutzer (ohne VHS-Nutzung)	173	Anzahl Regelungsgruppen	4
Windfang vorhanden	ja	Regelung witterungsgeführt	ja
Anzahl Aufzüge	keine	Heizungsabsenkung	ja
Warmwasserversorgung	Dezentral (elektr.)	Absenkung täglich in h	12
Zirkulation Warmwasser	keine	Einzelraumregelung	ja
Zentrale Wärmeversorgung	ja	Lüftung: nur reine Abluftanlage in Küche	
Nutzungszeiten: Montag - Freitag von 07.30 Uhr bis 21.30 Uhr			

Entwicklung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche in den letzten vier Jahren:

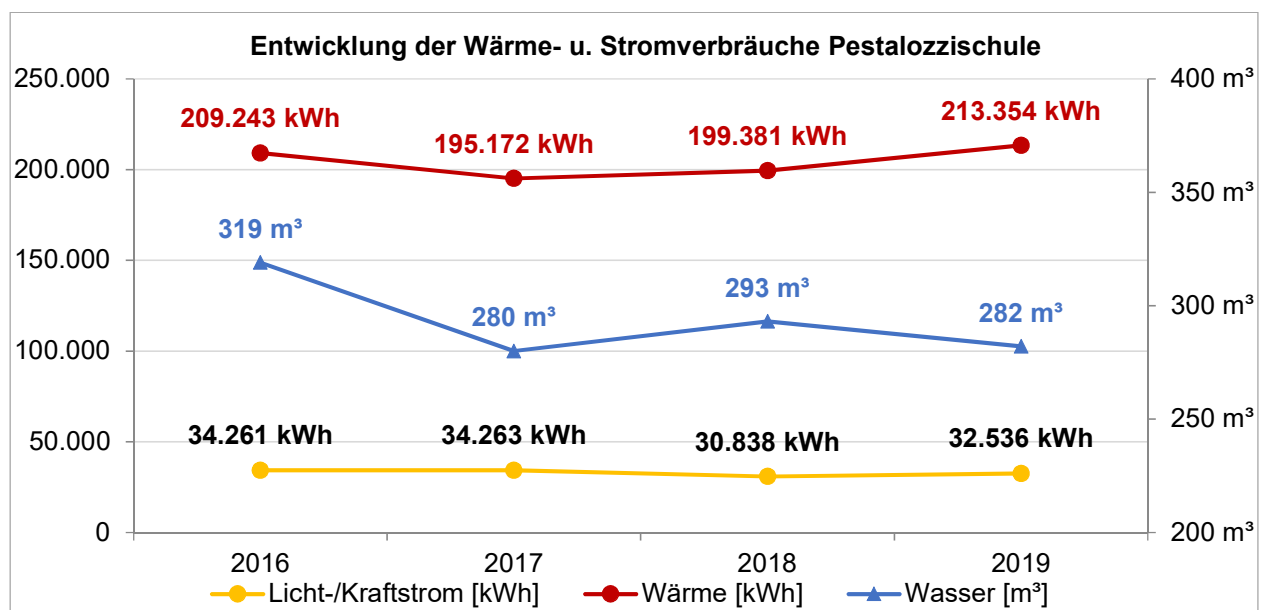


Abbildung 87 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche in der Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der absolute Wärmeverbrauch in der Pestalozzischule ist im Vergleich zum Vorjahr um 26.021 bzw. witterungsbereinigt um 13.972 kWh angestiegen. Witterungsbereinigung entspricht dies im Vergleich zum Vorjahr einem Anstieg von 7 %.¹⁶

Wärmeversorgung							
Jahr	Energie-träger	Einheit	Verbrauch	witterungs-bereinigt	von	bis	Kosten [€]
2019	Erdgas	kWh	199.396	213.354	01.01.2019	31.12.2019	9.935
2018	Erdgas	kWh	173.375	199.381	01.01.2018	31.12.2018	8.566
2017	Erdgas	kWh	193.240	195.172	01.01.2017	31.12.2017	10.302
2016	Erdgas	kWh	205.140	209.243	01.01.2016	31.12.2016	10.973

Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr um 5,5% (1.698) angestiegen, ein defekter Bewegungsmelder im November und Dezember hat einen Mehrverbrauch von knapp 2.000 kWh verursacht. Die Kostenaufwendungen haben sich entsprechend erhöht.

Licht-/Kraftstromversorgung					
Jahr	Einheit	Verbrauch	von	bis	Kosten [€]
2019	kWh	32.536	01.01.2019	31.12.2019	8.292
2018	kWh	30.838	01.01.2018	31.12.2018	7.876
2017	kWh	34.263	01.01.2017	31.12.2017	8.744
2016	kWh	34.261	01.01.2016	31.12.2016	8.583

Der Wasserverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 3,8% verringert. Die Nutzung an den Wochenenden und abends hat sich jedoch nicht verändert, allerdings bestand aufgrund des trockenen Jahres ein erhöhter Wasserbedarf für die Außenanlagen. Die Kosten haben sich entsprechend des Verbrauchs ebenfalls verringert. Die Warmwasserbereitung für die Duschen in der Gymnastikhalle erfolgt elektrisch.

Wasserversorgung				
Jahr	Verbrauch [m³]	von	bis	Kosten [€]
2019	282	01.01.2019	31.12.2019	1.117
2018	293	01.01.2018	31.12.2018	1.160
2017	280	01.01.2017	31.12.2017	1.338
2016	319	01.01.2016	31.12.2016	1.489

Spezifische Verbräuche in 2019

Wärme	65 kWh/m²
Strom	11 kWh/m³
Wasser Liter/Nutzer u. Jahr	1.630 l/Pa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2019:

In der Pestalozzischule wurden 2019 keine energetisch relevanten Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik vorgenommen.

¹⁶ Aufgrund einer Verbrauchsschätzung des Energieversorgers für 2018 und anschließender Korrektur in 2019 wurden die Verbrauchsdaten und –kosten aus 2018 in diesem Energiebericht angepasst.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2019:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Schulgebäude	199.396	9.935	32.536	8.282	282	1.117	3.050	19.344

Der Verteilung der Energieverbräuche für Wärme und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Pestalozzischule im Jahr 2019 sind in den folgenden Grafiken dargestellt:

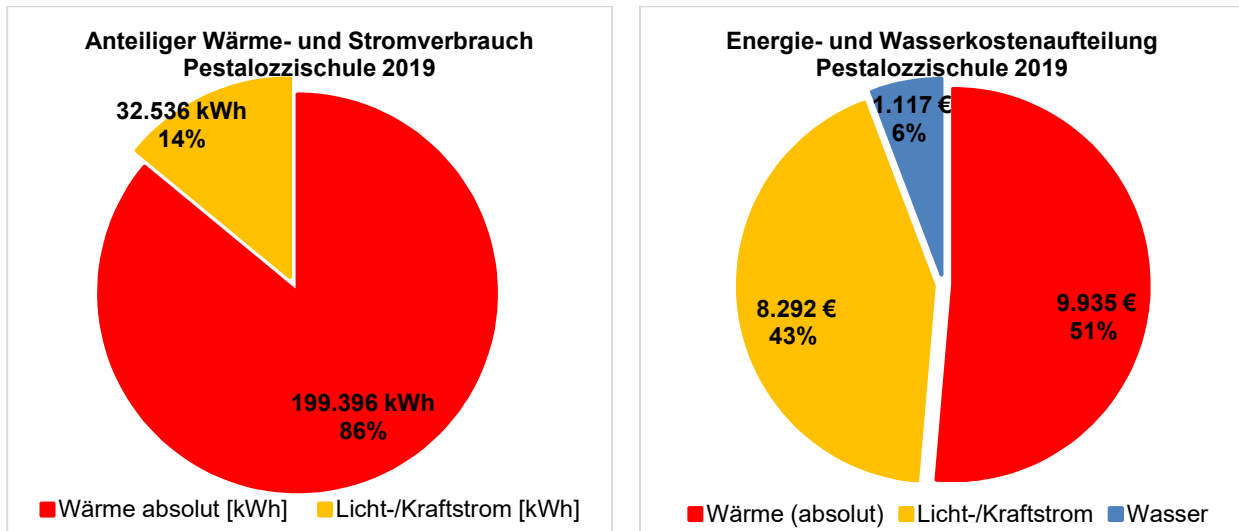


Abbildung 88 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2019

Abbildung 89 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der Pestalozzischule 2019

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

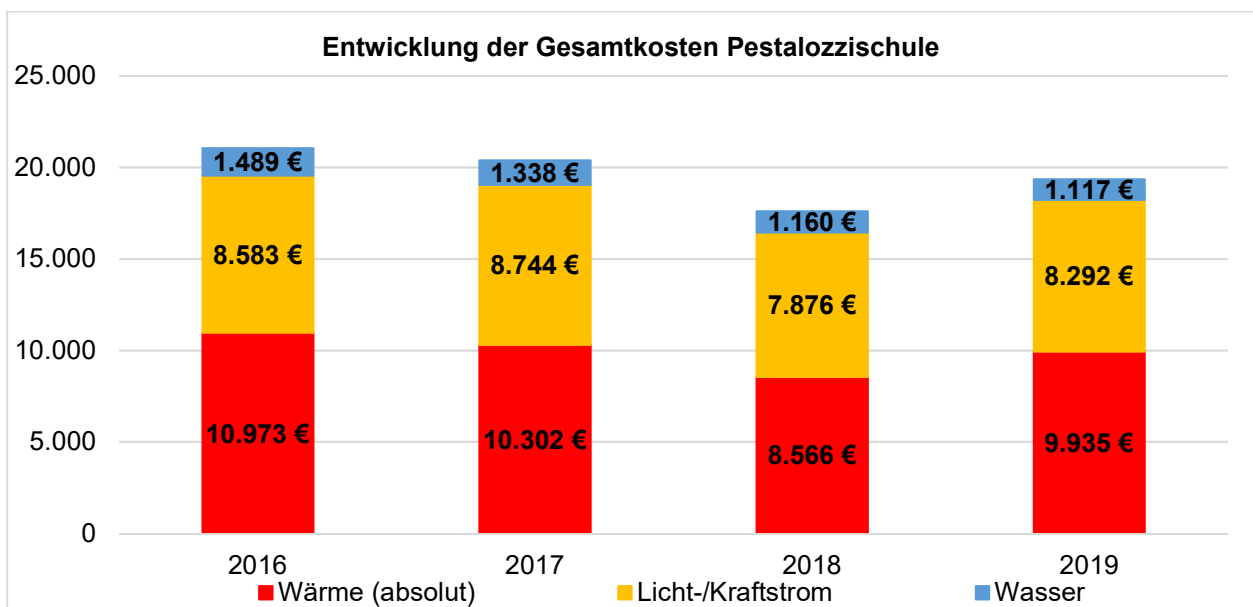


Abbildung 90 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der Pestalozzischule

Die Kosten für Energie haben sich im Vergleich zum Vorjahr – aufgrund der höheren Verbräuche – erhöht. Die Kosten für den Wasserverbrauch sind zurückgegangen.

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und den Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

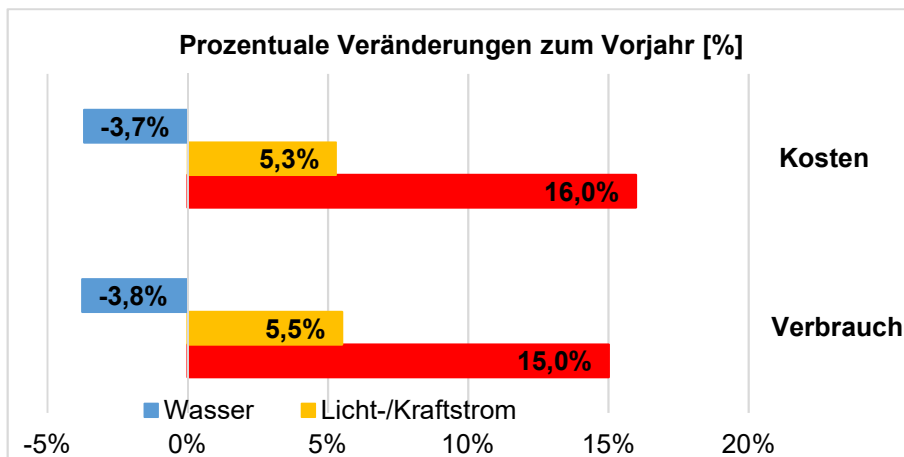


Abbildung 91 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche sind witterungsbereinigt)

Erträge der Photovoltaikanlage

Aufgrund eines Defekts am Stromkabel hat die Anlage in 2018 reduzierte Erträge generiert. In 2019 sind die Erträge, auch aufgrund der vielen Sonnenstunden, deutlich angestiegen.

PV-Erträge und Einspeisevergütung der Anlage in den letzten vier Jahren:

PV-Erträge				
Jahr	Ertrag [kWh]	von	bis	Einnahmen [€]
2019	31.829	01.01.2019	31.12.2019	21.729
2018	28.474	01.01.2018	31.12.2018	19.854
2017	31.086	01.01.2017	31.12.2017	20.808
2016	29.560	01.01.2016	31.12.2016	20.183

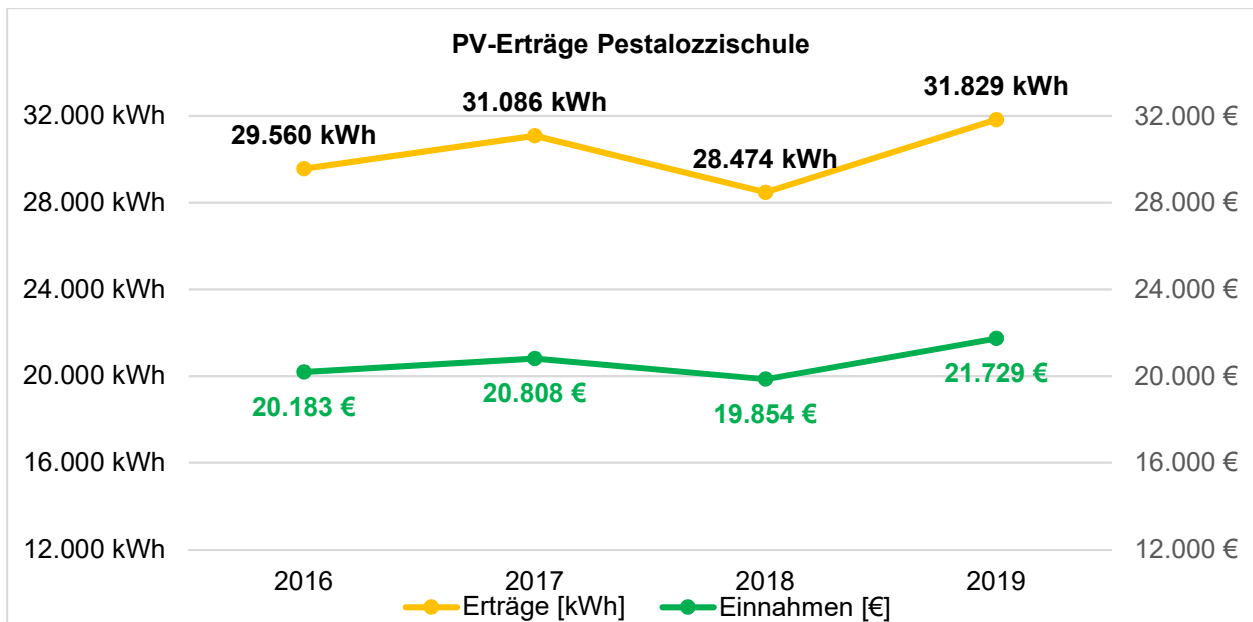


Abbildung 92 Entwicklung der Erträge und Einnahmen der PV-Anlage Pestalozzischule

In 2019 stehen 21.729 € Einnahmen für die Einspeisung des PV-Stroms 8.292 € für Stromeinkäufe gegenüber.

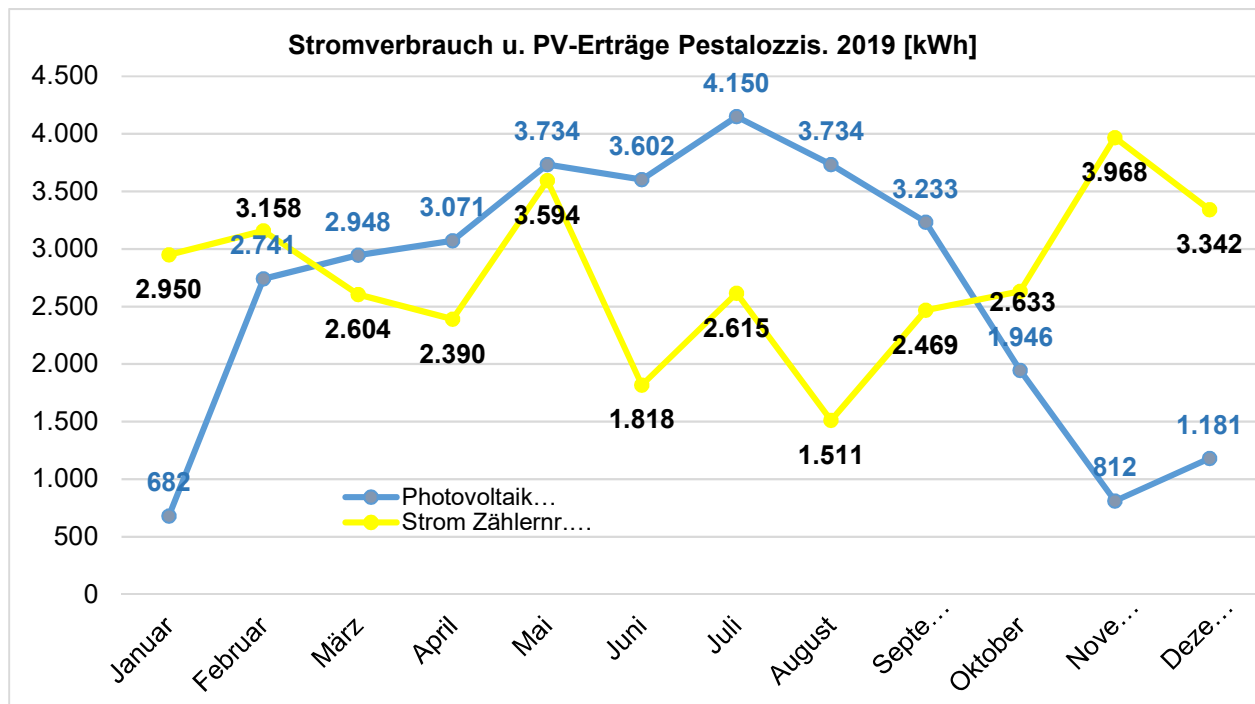


Abbildung 93 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule in 2019

Zusammenfassend ist für die Pestalozzischule festzustellen, dass

- sich der hohe spezifische Wasserverbrauch aus der zusätzlichen Nachmittags- und Abendnutzung, vor allem der Küche und der Gymnastikhalle, ergibt,
- der Stromverbrauch leicht angestiegen ist,
- die Wärmeverbräuche - auch unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung – angestiegen sind und
- sich die Erträge der Photovoltaikanlage im Vergleich zum Vorjahr stark erhöht haben.

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Durch Dämmmaßnahmen an den Außenbauteilen (Fassaden und Dach) der Schule lassen sich langfristig die Energieverbräuche und damit auch die Energiekosten reduzieren. Gleichzeitig führt diese Maßnahme zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Bereich Wärme sowie zu einem höheren Nutzerkomfort.

Die Warmwasserbereitung vollständig dezentral durchzuführen würde ebenfalls zu Energieeinsparungen führen.

7 Resümee

Bei der Betrachtung der spezifischen Verbräuche der Liegenschaften wird deutlich, dass im Gebäude Albrechtstraße 75 die höchsten spezifischen Verbräuche bei Wärme, Kälte und Wasser anfallen. Aufgrund der energetischen Qualität der Gebäudefassaden, der ungedämmten Kälte- und Wärmeverteilungsleitungen und der unregelmäßigen Wärme- und Kältezufuhr sind hier keine relevanten Energieeinsparungen zu erzielen und auch in den nächsten Jahren hohe Energiekosten zu erwarten.

Bei allen anderen Gebäuden lassen sich durch regelmäßiges Energiemonitoring, die Energieauswertungen und dem daraus resultierenden sofortigen Eingreifen Energieeinsparungen im Bereich von 8 – 15% erreichen. Um schnell auf Defekte und das Nichtfunktionieren von Anlagen zu reagieren, sowie die weitere Optimierung der Regelungen zu erreichen wurden in 2019 viele zusätzliche Verbrauchszähler an relevanten Stellen in den Gebäuden nachgerüstet.

Durch die Erneuerung der Heizungsanlage im Bildungszentrum Markdorf (Schule und Sporthalle) wird sich der Anteil der Wärme aus Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zukünftig erhöhen. Die effizientere Wärmegewinnung und -verteilung wird die Verbräuche reduzieren. Die Verringerung des Brennstoffbedarfs durch die gleichzeitige Strom- und Wärmebereitstellung reduziert die Schadstoffemissionen.

Durch die Installation der PV-Anlage auf dem Dach der Sporthalle 1 am Bildungszentrum Markdorf kann die Grundlast des Bildungszentrums abgedeckt werden.

Bei den Wasserverbräuchen ist aufgrund der Klimakrise zukünftig mit einer Erhöhung der Verbräuche zu rechnen. 2018 und 2019 führte die lange Trockenperiode zu einem erhöhten Wasserbedarf für die umgebenden Grünanlagen der Gebäude. Auch die Regenwasserversorgung der Toilettenspülungen in einigen Gebäuden musste mit Trinkwasser nachgespeist werden. Diese Entwicklung wird sich mit großer Wahrscheinlichkeit fortsetzen.

Ein wichtiger Faktor bei der Reduzierung der Energie- und Wasserverbräuche sind die Nutzerinnen und Nutzer der Gebäude. Zum Teil sind die Auswirkungen eines sorglosen Umgangs mit Energie und Wasser und auch die daraus entstehenden Kosten noch nicht ausreichend bekannt, zum Teil sind die (bau)physikalischen Zusammenhänge nicht immer präsent, z. B. wie richtiges Lüften funktioniert. Dies ist sowohl in den Schulen als auch in den Verwaltungsgebäuden zu beobachten.

Im Rahmen einer vergleichenden Verbrauchsermittlung (siehe Abbildung *Abweichung der Liegenschaftsverbräuche von vergleichbaren Objekten*) zeigt sich, dass die Abweichung vom Vergleichskennwert Heizen insbesondere bei der AL75 mit einer Abweichung von 197 % auffällig ist. Die AL77 hingegen unterschreitet den Referenzwert um - 21%, die EST um - 29% und die Pestalozzischule um - 38%.

Die Abweichung vom Vergleichskennwert Elektro ist für die beiden Verwaltungsgebäuden AL75 (237%) und AL77 (174%) als sehr hoch einzustufen. Auch im Verwaltungsgebäude GL 1-3, in der Sporthalle am Berufsschulzentrum Friedrichshafen und im Schulgebäude des Bildungszentrum Markdorf liegen die Werte mit mehr als 100% über den Vergleichskennwerten.

Sowohl in der HOGA als auch in der Pestalozzischule sind die Abweichungen im Bereich Strom im negativen Bereich.

Mit Ermittlung sowohl die Verbrauchsabweichungen der kreiseigenen Liegenschaften von vergleichbaren Objekten als auch der Auswertung der Energiekosten ergibt sich eine Priorisierung

für den Handlungsbedarf unter Kosten- und Verbrauchsaspekten (siehe Abbildung *Priorisierter Handlungsbedarf für energetische Maßnahmen in den Liegenschaften*).

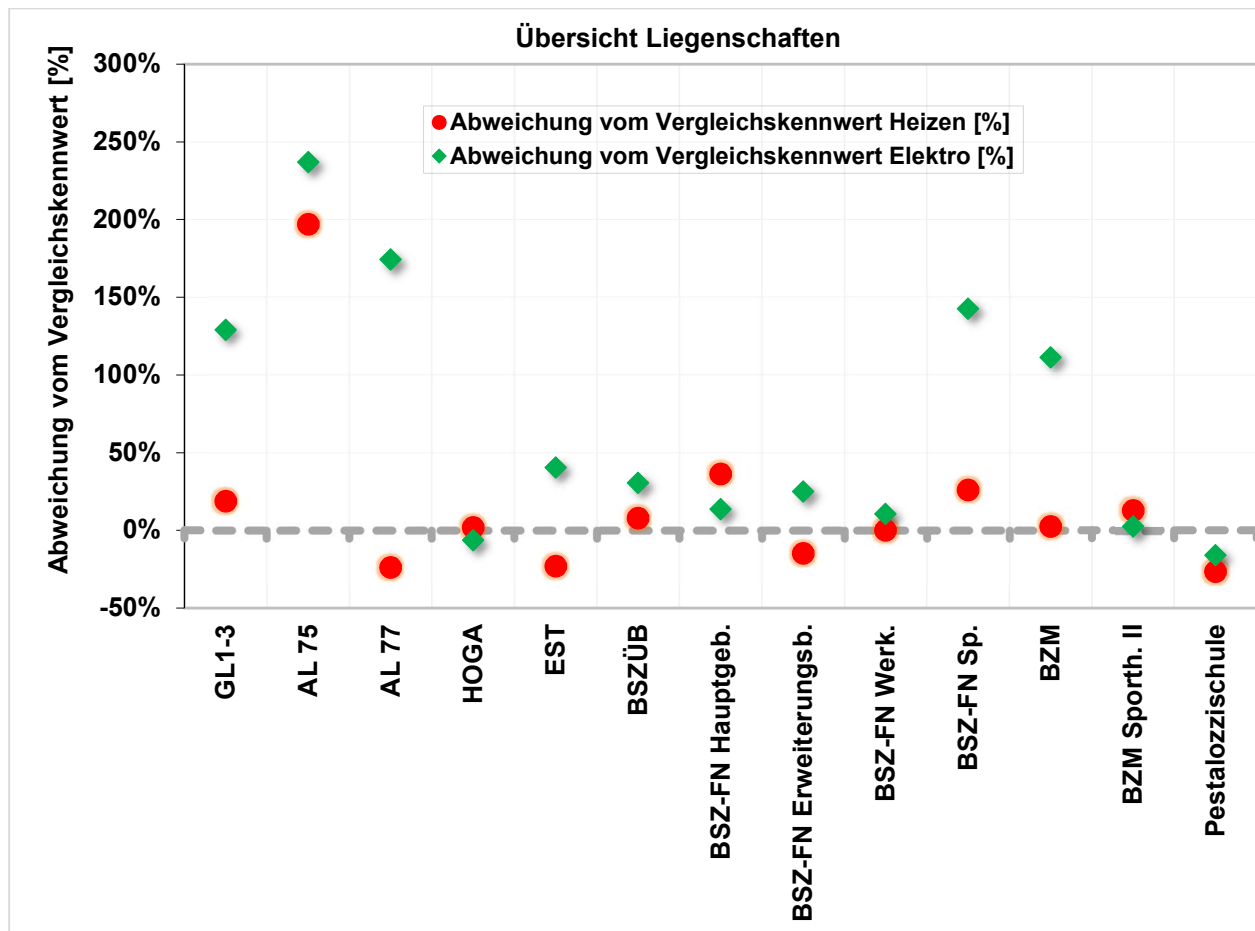


Abbildung 94 Abweichung der Liegenschaftsverbräuche von vergleichbaren Objekten

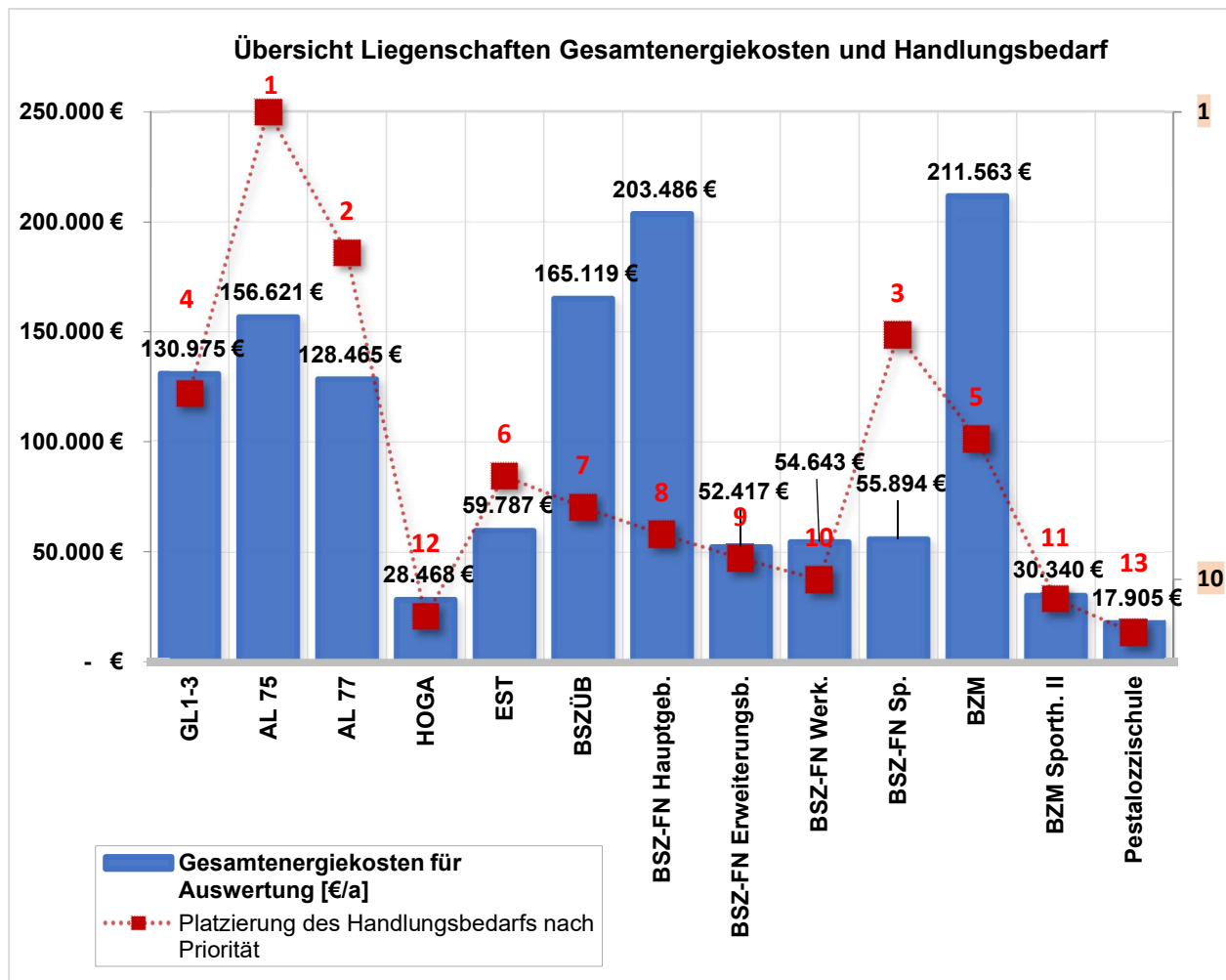


Abbildung 95 Priorisierter Handlungsbedarf für energetische Maßnahmen in den Liegenschaften

8 Ausblick

Da Gebäude und Auto-/Flugmobilität die Hauptverursacher für CO_{2eq}-Emissionen sind, liegt in diesen Bereichen auch das größte Einsparpotenzial. Deutschlandweit ist der Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch weiter gestiegen, die Sektoren entwickelten sich allerdings unterschiedlich: „Beim Strom stieg der Anteil der Erneuerbaren auf den Rekordwert von 42,1 Prozent (2018: 37,8). Im Wärmesektor wuchs der Anteil leicht, während er im Verkehr stagnierte. [...] Bislang wird die Energiewende vor allem durch den Stromsektor getrieben. Der Wärmesektor ist hier leider, ebenso wie der Verkehrssektor, noch nicht auf dem richtigen Pfad. Der Wärmesektor ist besonders wichtig, denn er steht für rund 50 Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs.“¹⁷ Auch im Bereich kreiseigener Liegenschaften müssen noch große Anstrengungen unternommen werden, um die kreiseigenen Klimaschutzziele zu erreichen.

Durch die voran beschriebenen durchgeführten Maßnahmen konnten Energieverbräuche eingespart und CO_{2eq}-Emissionen im Bodenseekreis verringert werden. Allerdings nicht in der Größe, die das Erreichen der kreiseigenen Klimaschutzziele notwendig machen. Ohne investive Maßnahmen in die Gebäudehüllen und die Gebäudetechnik der Liegenschaften können die notwendigen Einsparungen nicht erzielt werden, die Verbrauchskosten werden den Kreishaushalt auf lange Sicht belasten.

¹⁷ <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/erneuerbare-decken-171-prozent-des>
 Letzter Zugriff 16.03.2020

Ein großes Einsparpotenzial liegt gerade in den großen Liegenschaften in der weiteren Dezentralisierung der Warmwasserversorgung, möglichst kombiniert mit der Installation weiterer PV-Anlagen auf den Bestandsgebäuden, sofern die Statik und der bauliche Zustand der Dächer dies zulassen. Mit zunehmender Digitalisierung wird der Strombedarf weiter steigen, hier kommt zukünftig der Eigenstromerzeugung eine noch größere Bedeutung zu.

Mit Hilfe eines dauerhaften Energiemanagements können u. a. Verbrauchsspitzen und somit auch Energiebezugspreise reduziert werden.

Die dringend notwendige Reduktion der CO_{2eq}-Emissionen lässt sich aber - trotz des bisherigen Einsatzes Erneuerbarer Energien - nur über die Reduzierung des Verbrauchs fossiler Energieträger erzielen. Für den umfassenden und langfristigen Klimaschutz ist es deshalb notwendig,

- Investitionen in die energetische Qualität Gebäudehüllen zu tätigen,
- Investitionen in die Anlagentechnik zu tätigen,
- die Heizungsanlagen bei Erneuerung auf Erneuerbare Energien umzustellen und
- die KWK-Anlagen nicht mehr mit fossilen Brennstoffen zu betreiben.

Aufgrund der Auswirkungen der Klimakrise sollten zur Vermeidung größerer Schäden und Kosten zukünftig bei allen Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen der kreiseigenen Liegenschaften Klimaanpassungsmaßnahmen am Gebäude und den Außenflächen gezielt berücksichtigt und umgesetzt werden.

Im vorhandenen Gebäudebestand sollten Maßnahmen der passiven Kühlung ergriffen werden: Dämmmaßnahmen schützen nicht nur vor Wärmeverlusten, sondern auch vor sommerlicher Überhitzung und haben deshalb gerade auf den Dächern einen hohen Stellenwert; natürliche Lüftungs- und Ventilationssysteme schaffen gerade in den Nachtstunden Wärmeabgabe.

Bei neuen Gebäuden sollte die höchste energetische Qualität – auch bei höheren Baukosten – angestrebt werden, da sich die Mehrkosten bei einer Lebenszyklusbetrachtung sehr schnell amortisieren. Die Gebäude sollten mit wenig und einfach handhabbarer Technik ausgestattet, auf große Glasfronten wegen der hohen Wärmeeinträge verzichtet, die inneren Wärmequellen reduziert und der Energiebedarf vollständig mit Erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Damit lassen sich auf Dauer hohe Verbrauchskosten (siehe Gebäude Albrechtstr. 75) vermeiden.

Ein kosten- und klimafreundliches Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer sollte – eventuell auch mit Anreizen – forciert werden, denn auch in einem verantwortungsvollen Umgang mit Energie und den Gebäuden lassen sich noch weitere Kosten- und Energieeinsparungen erzielen.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Temperaturanomalie Baden-Württemberg seit 1881	8
Abbildung 2 Entwicklung der Gesamtverbräuche der Liegenschaften	10
Abbildung 3 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser von 2015 – 2019.....	10
Abbildung 4 Entwicklung der Kosten für Energie und Wasser von 2015 – 2019.....	11
Abbildung 5 Prozentuale Verteilung der Verbrauchskosten gesamt 2019.....	11
Abbildung 6 Entwicklung des witterungsbereinigten Wärme-/Kälteverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 - 2019.....	12
Abbildung 7 Entwicklung des Stromverbrauchs der großen Liegenschaften von 2014 – 2018.....	12
Abbildung 8 Spezifische Wärme und Stromverbräuche der kreiseigenen Liegenschaften	13
Abbildung 9 Entwicklung der Wasserverbräuche der großen Liegenschaften	13
Abbildung 10 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeerzeugung	14
Abbildung 11 Entwicklung der Energieträger zur Wärmeversorgung von 2016 - 2019	15
Abbildung 12 Entwicklung der Emissionen aus dem verbrauchten Energiebedarf von 2014 – 2019	16
Abbildung 13 Entwicklung der witterungsbereinigten Wärme- und Kälteverbräuche der Verwaltungsgebäude.....	18
Abbildung 14 Verteilung der Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) der Verwaltungsgebäude in 2019	18
Abbildung 15 Verteilung der Stromverbräuche (Allgemeinstrom) der Verwaltungsgebäude in 2019.....	18
Abbildung 16 Anteilige Stromverbräuche Verwaltungsgebäude (ohne Betriebsstrom).....	19
Abbildung 17 Entwicklung der Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche der Verwaltungsgebäude	19
Abbildung 18 Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude in 201	19
Abbildung 19 Spezifische Verbräuche der Verwaltungsgebäude in 2019	20
Abbildung 20 Spezifische Wasserverbräuche der Verwaltungsgebäude in 2019.....	20
Abbildung 21 und Abbildung 22 Kostenverteilung Verwaltungsgebäude in 2019.....	20
Abbildung 23 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	22
Abbildung 24 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2019	23
Abbildung 25 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 77 in 2019.....	23
Abbildung 26 Gesamtkostenentwicklung AL 77	24
Abbildung 27 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	24
Abbildung 28 Entwicklung der Wärme- und Kälteverbräuche (witterungsbereinigt) Verwaltungsgebäude AL 75	26
Abbildung 29 Verteilung Energieverbräuche Wärme u. Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom AL 77 in 2019	28
Abbildung 30 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten AL 75 in 2019.....	28
Abbildung 31 Kostenentwicklung der Verbräuche AL 75.....	28
Abbildung 32 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	29
Abbildung 33 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Verwaltungsgebäude Glärnischstr. (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	30
Abbildung 34 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) und Licht-/Kraftstrom GL 1-3 in 2019	32
Abbildung 35 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten GL 1-3 in 2019	32
Abbildung 36 Kostenentwicklung der Verbräuche LRA GL.....	32
Abbildung 37 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr	33
Abbildung 38 Entwicklung der Gesamtverbräuche Schulen	34
Abbildung 39 Entwicklung der Wärmeverbräuche in den Schulen	34
Abbildung 40 Entwicklung der Licht-/Kraftstromverbräuche in den Schulen	35
Abbildung 41 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche der Schulen in 2019	35
Abbildung 42 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Schulen.....	36

Abbildung 43 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Schulen gesamt im Vergleich zum Vorjahr	36
Abbildung 44 Entwicklung der Wärmeverbräuche Sporthallen	37
Abbildung 45 Entwicklung der Stromverbräuche in den Sporthallen	37
Abbildung 46 Spezifische Energieverbräuche der Sporthallen	38
Abbildung 47 Entwicklung der Wasserverbräuche in den Sporthallen	38
Abbildung 48 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten Sporthallen gesamt im Vergleich zum Vorjahr	39
Abbildung 49 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	40
Abbildung 50 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See	40
Abbildung 51 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche Berufsschulzentrum FN Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	41
Abbildung 52 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Erweiterungsbau (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	42
Abbildung 53 Entwicklung der Energieerträge und des Energieinputs Geothermieanlage	44
Abbildung 54 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche Berufsschulzentrum FN Werkstatt (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	45
Abbildung 55 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche Berufsschulzentrum FN Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	46
Abbildung 56 Entwicklung der Wasserverbräuche BSZ-FN Sporthalle	47
Abbildung 57 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-FN 2019 ...	49
Abbildung 58 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-FN 2019	49
Abbildung 59 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ-FN	49
Abbildung 60 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-FN im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	50
Abbildung 61 Entwicklung der Verbräuche Berufsschulzentrum ÜB, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	52
Abbildung 62 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB CVS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	52
Abbildung 63 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB JvLS (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	54
Abbildung 64 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB JZG (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	55
Abbildung 65 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BSZ-ÜB Sporthalle (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	57
Abbildung 66 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BSZ-ÜB 2019 ...	59
Abbildung 67 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BSZ-ÜB 2019	59
Abbildung 68 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft)	60
Abbildung 69 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im BSZ-ÜB im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	60
Abbildung 70 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BZM Schulgebäude (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	62
Abbildung 71 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche BZM Sporthalle II (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	63
Abbildung 72 Entwicklung der Verbräuche der gesamten Liegenschaft BZM	64
Abbildung 73 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom im BZM 2019	65
Abbildung 74 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten im BZM 2019	65
Abbildung 75 Gesamtkostenentwicklung BZM (gesamte Liegenschaft)	65
Abbildung 76 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	66
Abbildung 77 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche in der EST (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	67
Abbildung 78 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2019	69

Abbildung 79 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der EST 2019	69
Abbildung 80 Kostenentwicklung der Verbräuche in der EST	69
Abbildung 81 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	70
Abbildung 82 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche in der HoGa (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	71
Abbildung 83 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2019	73
Abbildung 84 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der HoGa 2019	73
Abbildung 85 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der HoGa	74
Abbildung 86 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)	74
Abbildung 87 Entwicklung der Wärme-, Strom- u. Wasserverbräuche in der Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	76
Abbildung 88 Verteilung Energieverbräuche Wärme (absolut) und Licht-/Kraftstrom 2019	78
Abbildung 89 Prozentuale Verteilung der Energie- und Wasserkosten in der Pestalozzischule 2019	78
Abbildung 90 Kostenentwicklung für Energie und Wasser in der Pestalozzischule	78
Abbildung 91 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbräuche sind witterungsbereinigt)	79
Abbildung 92 Entwicklung der Erträge und Einnahmen der PV-Anlage Pestalozzischule	79
Abbildung 93 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule in 2019	80
Abbildung 94 Abweichung der Liegenschaftsverbräuche von vergleichbaren Objekten	82
Abbildung 95 Priorisierter Handlungsbedarf für energetische Maßnahmen in den Liegenschaften	83

10 Anhang

Emissionskennwerte – Berechnung 2019:

Schadstoffemissionen je verbrauchte kWh Endenergie in kg:

Energieträger	CO _{2eq} [kg/kWh]	
Ökostrom Stadtwerk am See	0	Quelle: Stadtwerk am See
Heizstrom Stadtwerk am See	0,273	Quelle: Stadtwerk am See
Deutscher Strommix	0,401	Quelle: Umweltbundesamt
Erdgas	0,250	Quelle: KEA BW
Heizöl	0,319	Quelle: KEA BW
Holz-Hackschnitzel	0,0024	Quelle: KEA BW
Holz-Pellets	0,0024	Quelle: KEA BW
Palmöl	0,083	Quelle: EnBW

Witterungsbereinigung:

Übersicht Faktoren zur Witterungsbereinigung

Objekt	PLZ	Faktor je Zeitraum				
		2019	2018	2017	2016	2015
Verwaltungsgebäude Glärnischstraße 1 - 3	88045	1,09	1,17	1,02	1,04	1,08
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75	88045	1,09	1,17	1,02	1,04	1,08
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 77	88045	1,09	1,17	1,02	1,04	1,08
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	88046	1,11	1,20	1,05	1,06	1,11
Berufsschulzentrum Überlingen	88662	1,09	1,17	1,03	1,04	1,08
Berufsschulzentrum Markdorf	88677	1,07	1,15	1,01	1,02	1,06
Elektronikschule Tettnang	88069	1,01	1,09	0,96	0,97	1,01
Hotel- und Gaststätten- schule Tettnang	88069	1,01	1,09	0,96	0,97	1,01
Pestalozzischule Markdorf	88677	1,07	1,15	1,01	1,02	1,06

Änderungen ab dem Jahr 2017:

Ab dem Jahre 2017 erfolgt die Berechnung der Witterungsbereinigung nicht mehr anhand der Referenzwerte der Wetterstation in Leinfelden-Echterdingen. Ab sofort wird die Witterungsbereinigung standortspezifisch (Bezugsgrundlage sind die Postleitzahlen der Objekte) durchgeführt. Die Grundlage hierfür stellt eine Übersicht der anzusetzenden Faktoren je Standort dar, welche vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt werden.¹⁸

Die Berechnung in diesem Bericht wurde aus Vergleichszwecken rückwirkend ebenfalls für die Jahre 2013 bis 2016 durchgeführt. Aus diesem Grund können sich Änderungen in den Berichten der Vorjahre ergeben.

¹⁸ Siehe https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/kf_p_die_letzten_12_xls_xls.html, letzter Zugriff 08.04.2020

Kennzeichnung der Stromlieferungen 2019 für Kunden des Stadtwerks am See

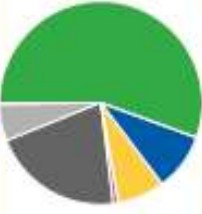
KENNZEICHNUNG DER STROMLIEFERUNGEN 2018
FÜR KUNDEN DES STADTWERKS AM SEE

Gültig vom 01.11.2019 - 31.10.2020.



Das Energiewirtschaftsgesetz schreibt vor, dass Stromversorger ihren Energie-Mix – die Zusammensetzung des Stroms nach Energiequellen – offen legen müssen. Wir tun dies gerne, denn so sehen Sie als Kunde des STADTWERKS AM SEE schwarz auf weiß, dass Ihr Öko-Strom aus 100 % Erneuerbaren Energien gewonnen wird.

Stromkennzeichnung gemäß § 42 Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005, geändert 2019

Energieträger	ÖKO-STROM ¹	Verbleibender Energiemix ²	STADTWERK AM SEE Gesamtmix	Zum Vergleich: Stromerzeugung in Deutschland
Erneuerbare Energien, finanziert aus der EEG-Umlage	55,6 %	55,6 %	48,4 %	35,0 %
Sonstige Erneuerbare Energien	44,4 %	9,3 %	15,2 %	3,2 %
Erdgas	0 %	7,4 %	7,7 %	9,7 %
Sonstige fossile Energieträger	0 %	0,9 %	1,0 %	2,5 %
Kohle	0 %	20,7 %	21,5 %	36,6 %
Kernkraft	0 %	6,1 %	6,2 %	13,0 %
Mieterstrom, finanziert aus der EEG-Umlage	0 %	0 %	0 %	0 %
				
CO ₂ -Emissionen	0 g/kWh	247 g/kWh	252 g/kWh	421 g/kWh
Radioaktiver Abfall	0 g/kWh	0,0002 g/kWh	0,0002 g/kWh	0,0003 g/kWh

¹ alle ÖKO und OK POWER Produkte² MIX STROM Produkte, Branchen und Industriekunden

Spezifische Verbräuche der einzelnen Gebäude in 2019:

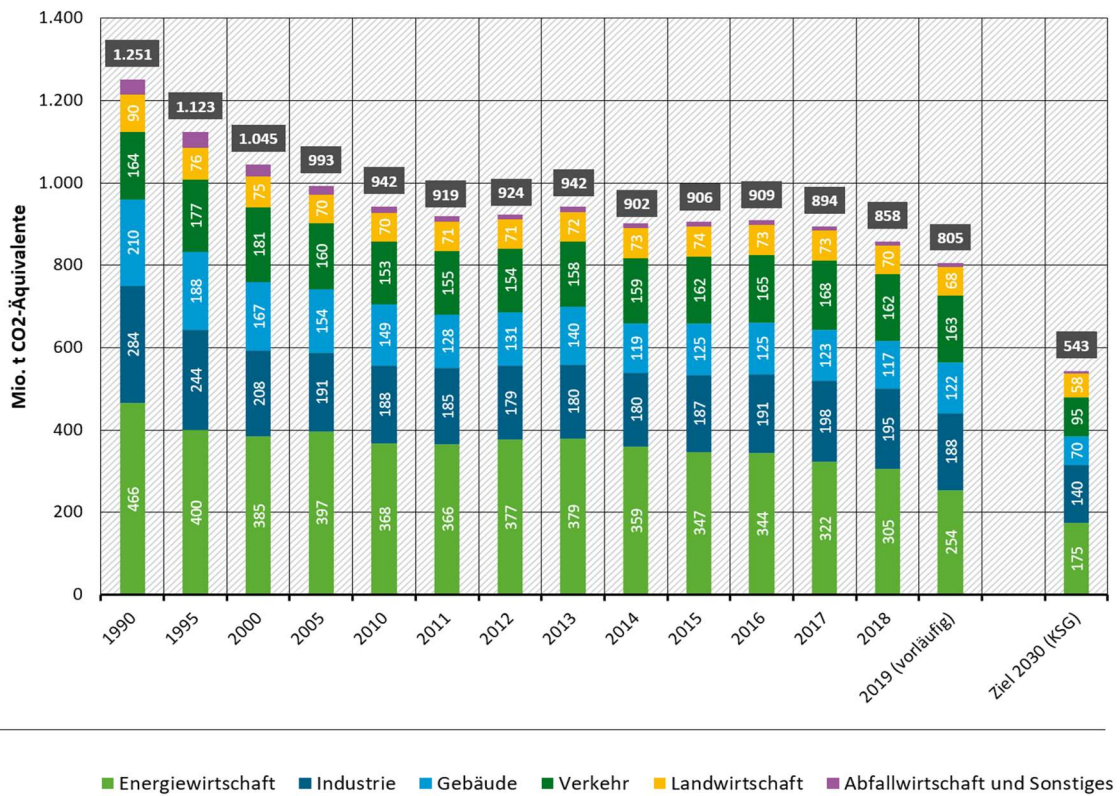
Objekt (Verwaltungsgebäude)	Wärme/Kälte [kWh/m²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m²]	Wasser [l/Nutzer u. Jahr]
LRA - AL 77	50	75	5.594
LRA - AL 75	196/37	102	10.642
LRA - GL 1-3	76	54	7.061
Leitstelle GL 1-3	86	94	
Objekt (Schulgebäude)	Wärme/Kälte [kWh/m²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m²]	Wasser [l/Nutzer u. Jahr]
BSZ-FN Altbau	88	28	1.380
BSZ-FN Erweiterungsbau	54	30	
BSZ Überlingen Schulgebäude	76	21	1.220
Bildungszentrum Markdorf Schulgebäude	82	19	1.656
Elektronikschule Tettnang	53	25	1.319
Hotel- und Gaststättenschule (nur Schulgebäude)	72	20	1.091
Pestalozzischule	65	11	1.630
Objekt (Sporthallen)	Wärme/Kälte [kWh/m²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m²]	Wasser [l/m²]
BSZ-FN Sporthalle	88	37	196
BSZ Überlingen Sporthalle	69	39	440
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 1	--	--	--
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 2	118	23	283

Energie- und Wasserversorgungskosten 2019

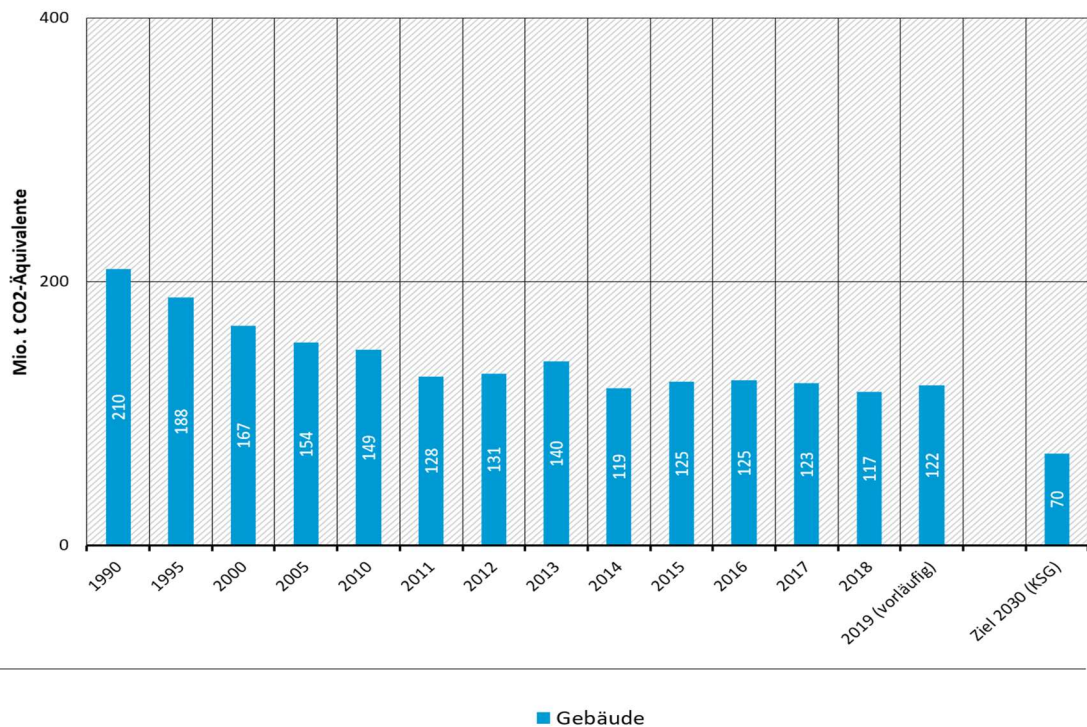
Objekt	Wärme/Kälte [€/kWh]	Betriebs- Licht- /Kraftstrom [€/kWh]	Wasser [€/m³]
Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77	21.048	120.386	7.126
Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75	104.026	110.457	15.192
Verwaltungsgebäude Glärnischstr.	35.199	98.803	13.170
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	189.677	229.644	25.927
Berufsschulzentrum Friedrichshafen Sportplatz			4.580
Berufsschulzentrum Überlingen	76.589	92.200	11.057
Bildungszentrum Markdorf	130.843	116.935	11.295
Elektronikschule Tettnang	19.128	45.235	3.868
Hotel- und Gaststättenschule Tettnang	12.761	19.345	1.877
Pestalozzischule Markdorf	9.935	7.876	1.117

Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland

in der Abgrenzung der Sektoren des Klimaschutzgesetzes (KSG)



Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland - Sektor Gebäude



Quelle Grafiken: Umweltbundesamt (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-Emissionen>)